

SEP 19 19

# ACTA RADIOLOGICA

R e d a c t o r e s

L. EDLING	P. FLEMMING MØLLER	G. FORSELL
Lund	København	Stockholm
R. GILBERT	L. G. HEILBRON	J. W. S. HEUKENSFELDT JANSEN
Genève	Amsterdam	Amsterdam
S. A. HEYERDAHL	C. G. JANSSON	A. REYN
Oslo	Helsingfors	København
H. R. SCHINZ	H. THUE	G. A. WETTERSTRAND
Zürich	Oslo	Helsingfors

Editor

**GÖSTA FORSELL**



Collaborant

IN DANIA: CHR. BAASTRUP, Köbenhavn C. KREBS, Aarhus; H. HAXTHAUSEN, Köbenhavn.

IN FENNIA: O. A. BOIJE, Helsingfors; N. EMELEUS, Tammerfors.

IN HELVETIA: AD. LIECHTI, Bern; M. LÜDIN, Basel; A. ROSSELET, Lausanne.

IN HOLLANDIA: G. F. GAARENSTROOM, Amsterdam; S. KEIJSER, Groningen; H. W. STENVERS, Utrecht.

IN NORVEGIA: P. AMUNDSEN Oslo; S. BAKKE, Bergen; A. W. SCHIANDER, Oslo.

IN SUECIA: Å. ÅKERLUND, Stockholm; E. BERVEN, Stockholm; H. LAURELL, Uppsala.

Vol. XIV. Fasc. 2 15: V 1933 N:o 78

*Stockholm: P. A. Norstedt & Söner*

# ACTA RADIOLÓGICA

Editor: Professor Gösta Forssell, M. D., Stockholm, Sweden

Subscriptions and communications should be addressed to the Editorial Secretary of Acta Radiologica, c/o P. A. Norstedt & Söner, Stockholm, Sweden

Vol. XIV. Fasc. 2

15: V 1933

N:o 78

## INDEX

	Pagina
Zur Kenntnis der biologischen Wirkungen der $\gamma$ -Strahlen von AXEL WALLGREN	111
Über reine Coloninvaginationen vor allem vom röntgenologischen Gesichtspunkt (Tab. XIV—XV) von HUGO LAURELL	122
Ostéomyélographie expérimentale par voie endovéineuse (Tab. XVI—XVII) par S. KADRNKA	148
A Case of Ossification of the Stylohyoid Apparatus (Tab. XVIII) by ROLF BULL ENGELSTAD	161
Ein Fall von Verlagerung von Bandscheibengewebe nach Hinten (Tab. XIX) von HANS HELLMER	165
La pneumographie du genou, surtout dans des cas de lipoma arborisant (Tab. XX—XXI) par SVEN JUNGHAGEN	172
Forschung und Entwicklung auf dem Gebiete der Röntgentechnik von A. BOUWERS	184
The New Apparatus for Teleradium Treatment Used at Radiumhemmet by ROLF M. SIEVERT	197
Intensity Distribution and Dosage in Teleradium Treatment at Radiumhemmet by S. BENNER	207
A Protection Arrangement for the Re-Packaging of Radium Bombs by R. THORÆUS	215
Nord. Förenings för Medicinsk Radiologi Möte 1933	219

ACTA RADIOLÓGICA, published by the Societies for Medical Radiology in Denmark, Finland, Holland, Norway, Sweden and Switzerland, contain articles pertaining to roentgenology, radium therapy, light therapy, and electrotherapy. These articles are published in English, French or German according to the decision of the author. Each volume comprises about 600 pages, distributed in six occasional numbers. Subscriptions may be forwarded to the Editorial Secretary, c/o P. A. Norstedt & Söner, Stockholm, Sweden.

Subscription per Vol.: in England 32 s. or 25 Sw. crowns.

in U. S. A. \$ 7.

For the supplements, see the third page of the cover.

ACTA RADIOLÓGICA, herausgegeben von den Gesellschaften für medizinische Radiologie in Dänemark, Finnland, Holland, Norwegen, Schweden und in der Schweiz, enthalten Arbeiten auf den Gebieten der Röntgenologie, Radiumtherapie, Lichttherapie und Elektrotherapie. Die Beiträge werden je nach eigener Wahl des Verfassers, in deutscher, englischer oder französischer Sprache veröffentlicht. Jeder Band enthält ca. 600 Seiten, in sechs zwangsfreien Heften erscheint. Abonnement bei der Redaktion, p. a. Herren P. A. Norstedt & Söner, Stockholm, Schweden. Abonnementspreis je Band: 25 schw. Kronen. Für die Supplementbänder, siehe die Annonce auf der 3. Seite des Umschlages.

ACTA RADIOLÓGICA, revue publiée par les sociétés de radiologie médicale du Danemark, de Finlande, de Hollande, de Norvège, de Suède et de Suisse, contient des articles concernant la radiologie, la radiumthérapie, l'héliothérapie et l'électricité médicale. Les études sont publiées en français, en anglais ou en allemand au choix de l'auteur. Chaque volume renferme environ 600 pages divisées en six fascicules, paraissant dès l'impression des articles qui doivent y être insérés. On s'abonne au bureau de la rédaction, chez M. M. P. A. Norstedt & Söner, Stockholm, Suède. Prix de l'abonnement par Volume: pour la France et l'Italie 150 francs français ou 25 couronnes suéd. En Scandinavie, en Hollande et dans tous les autres pays: 25 couronnes suéd. Pour les volumes supplémentaires, voir page 3!

För utförande av engelska och franska översättningar rekommenderas Herr Robert Fraser, Kungl. Translatör, Carl Johansgade 1, Köpenhamn.

# ACTA RADIOLOGICA

EDITA PER SOCIETATES RADIOLOGICAS DANIE, FENNIÆ,  
HELVETIÆ, HOLLANDIÆ, NORVEGIÆ ET SUECIÆ

---

VOL. XIV FASC. 2

15: V 1933

N:o 78

---

## ZUR KENNTNIS DER BIOLOGISCHEN WIRKUNGEN DER $\gamma$ -STRÄHLEN<sup>1</sup>

von

Prof. Axel Wallgren

Die Experimente, über die ich im folgenden berichten werde, sind im Radiumheim (Radiumhemmet) zu Stockholm mit einer Unterstützung aus dem Fonds von EDITH PETRELL-JUSELIUS ausgeführt, und ich benutze hier die Gelegenheit, dem Klinikchef und dem Laboratoriumsvorstand des Radiumheimes für den Beistand, den sie mir während meiner Arbeit geleistet haben, meinen Dank auszusprechen.

Diese Experimente stellen das dritte Glied in einer Kette von strahlenbiologischen Studien dar, die in den Jahren 1925—1926 begonnen wurden mit den Versuchen über die biologischen Wirkungen der X-Strahlen, die ich zusammen mit Dozent GöSTA JANSSON ausgeführt und über welche Dozent JANSSON und ich in der Versammlung der Finnischen Ärztegesellschaft am 27. März 1926 berichtet haben. Das Resultat dieser Untersuchungen ist später von Dozent JANSSON in Finska Läk.-sällsk. Hdl. 68, 305 (1926) veröffentlicht worden. 1929 setzte ich meine strahlenbiologischen Studien mit Experimenten über die Wirkungen des Lichtes fort und berichtete über die Ergebnisse auf der 24. Tagung der Deutschen Pathologischen Gesellschaft (Verh. Path. Ges. 1929, S. 38).

Den Ausgangspunkt aller dieser Untersuchungen bildeten meine mehrjährigen Studien über die Spezialgranulozyten (= neutrophilen Leukozyten) des Menschenblutes, ihre normalen und pathologischen Lebenserscheinungen und ihre Todeszeichen, wie sie sich in gewöhnlichen Nativpräparaten im Dunkelfeldmikroskop darstellen. Es ist mir gelungen, im Zelleben Störungen verschiedener Intensität nachzuweisen von so mässigem Grade, dass sich die Zelle anscheinend bald vollständig erholen kann, bis zu solchen, die das Agonalstadium der Zelle bezeichnen; ebenso habe ich Zeichen des Zelltodes feststellen kön-

<sup>1</sup> Bei der Redaktion am 20. II. 1933 eingegangen.

nen, durch welche der Zeitpunkt von dessen Eintreten bestimmt werden konnte.

Um durch Bestrahlung mit X-Strahlen eine Wirkung zustande zu bringen, die unmittelbar nach beendetcr Bestrahlung nachzuweisen war, musste man sehr grosse Dosen anwenden. Die Schwelle schien bei etwa 15 H. E. D. zu liegen, d. h. bei einem Viertel der Dosis, die erforderlich war, um bei der Mehrzahl der Spezialgranulozyten in einem Blutpräparat den Tod hervorzurufen, wenn dasselbe während der Bestrahlung bei einer Temperatur von 36—40° gehalten wurde.

Wie auch aus dem Bericht von Dozent JANSSON hervorgeht, war die Wirkung der Bestrahlung durchaus nicht bei allen Spezialgranulozyten ein und desselben Präparates die gleiche. Neben Zellen, in denen keine Lebenszeichen nachzuweisen waren und die sich bald mehr oder weniger vollständig auflösten, konnten oft Zellen mit nur leichten Störungen der Mobilität und sogar, soviel man beurteilen konnte, normale Zellen angetroffen werden. Manche nur leicht beschädigte Zellen erholten sich recht bald, so dass sie nicht von völlig normalen Zellen in einem nicht bestrahlten, auf Körpertemperatur erwärmten Kontrollpräparat zu unterscheiden waren. Die Einzelheiten dieses Erholungsprozesses wurden jedoch in diesen Versuchen nicht studiert.

Morphologisch nachweisbare Kernschädigungen kamen nur in schwer beschädigten oder toten Zellen vor.

Bei meinen Versuchen über die Wirkung des Lichtes auf die Spezialgranulozyten konnte die sukzessive Entwicklung des Effektes ohne Unterbrechung im Mikroskop während der Beleuchtung selbst, von der ersten Veränderung der amöboiden Bewegung der Zelle an bis zum Tod und zur vollständigen Kolliquation der Zelle beobachtet werden. Das Licht, das bei diesen Versuchen wirksam war, hatte das Linsensystem des Beleuchtungsapparates und das Objektglas passiert und enthielt infolgedessen keine Strahlen von kürzerer Wellenlänge als etwa  $330 \mu\mu$ . In späteren Versuchen habe ich ähnliche Zellschädigungen nachgewiesen, auch wenn kurzwellige, unsichtbare Strahlen ganz und gar mittels eines Sperrfilters ausgeschlossen waren. Nur langwelliges, sichtbares Licht hat sich bei meinen Lichtversuchen als völlig indifferent für die Granulozyten gezeigt, und in den Versuchen, die ich bisher ausgeführt, habe ich nicht einmal eine Andeutung einer Lichtschädigung nachweisen können, falls bei der Bestrahlung Licht zur Anwendung kam, das Strahlen von etwa  $546 \mu\mu$  oder mehr Wellenlänge enthielt. Hier sind jedoch noch ergänzende Untersuchungen vonnöten. Die langwelligen, sichtbaren Strahlen dringen ja bis in beträchtliche Tiefe durch die menschliche Haut und die darunterliegenden Gewebe; und ihnen müssen die Spezialgranulozyten gut angepasst sein, während sie den

wenig penetrierenden kurzweligen Lichtstrahlen offenbar nicht angepasst sind.

Bei den Lichtversuchen habe ich gute Gelegenheit gehabt, den Erholungsprozess nach leichten Beschädigungen zu verfolgen. Wenn nämlich ein Granulozyt in amöboider Bewegung nur so lange in dem kurzweligen Strahlen enthaltenden Lichtbündel gehalten wurde, dass der Amöboidismus aufhörte und die Zelle an der Unterlage festklebte, und wenn danach ein Passfilter, der nur indifferente langwellige Strahlen durchliess, vorgeschoben wurde, ordnete sich die Zelle in der Regel von neuem, bildete normale Pseudopodien, glitt bald nach der einen, bald nach der anderen Seite und machte sich allmählich auf diese Weise los, so dass schliesslich nur eine kleine Partie angeklebt lag. Hiernach machte sich die Zelle frei, nachdem sich die festgeklebte Partie abgestossen oder zu langen feinen Fäden ausgezogen hatte, welche sich bald loslösten oder abbrachen. Nach dem Freiwerden der Zelle war die Bewegung zuweilen anfangs langsamer als normalerweise, und manchmal konnte der Granulozyt trotz der indifferenten Beleuchtung wieder ankleben, um sich danach auf dieselbe Weise wie vorher freizumachen.

Wurde ein Nativpräparat bei einer Temperatur von etwa 40° oder etwas mehr gehalten, so trat ein forciertes Amöboidismus auf, bei dem der Zelleib mancher Granulozyten nicht selten in zwei Teile, einen kernführenden und einen kernfreien, auseinanderbrach. Wenn der letztere Teil hinreichend gross war, zeigte er bisweilen unzweideutige Lebenszeichen und bewegte sich wie ein normaler Granulozyt. Wurde die Temperatur auf 37° gesenkt, so konnte er von kurzwelligem Licht innerhalb derselben Zeit wie die kernführenden Granulozyten in demselben Präparat aufgehalten werden. *Damit sich eine Lichtwirkung geltend machte, war also der Kern nicht notwendig.*

Ich gehe nun zu dem dritten Gliede in der Kette meiner strahlenbiologischen Studien über, zu den zu Beginn meiner Darstellung erwähnten  $\gamma$ -Strahlenexperimenten. Da die Radiumpräparate, die ich im Radiumheim benutzte, in Metalltuben cingeschlossen waren, deren Wände praktisch einem Bleifilter von 1 mm entsprachen, war die  $\alpha$ -Strahlung vollständig ausgeschaltet und die  $\beta$ -Strahlung des Radiumpräparates in dem Masse aufgehoben, dass die Versuche als Experimente mit einer reinen  $\gamma$ -Strahlung aufgefasst werden können. Das Versuchsubjekt war wie in den Röntgenversuchen und den meisten der Lichtversuche mein eigenes Blut in nicht zu dünnen Nativpräparaten. Die Durchmusterung der Präparate nach der Bestrahlung führte ich mittels eines Dunkelfeldmikroskopes aus, das mit EISENBERGS Wärmetisch und einem 2 mm dicken Passfilter O G 2 der Firma Schott & Gen. in Jena versehen war. Die Temperatur im Präparat selbst wurde während der Durchmusterung bei 37° gehalten.

Die Experimente wurden mit einigen Vorversuchen eingeleitet, bei denen nur 50 mgr Radiumelement zur Anwendung kamen. Die Radiumtube wurde in eine am einen Ende offene Bleihülse eingeschlossen, die auf den Mikroskoprevolver aufgeschraubt und daher schnell mit einem

Objektiv vertauscht werden konnte. In allen diesen Versuchen, bei denen die Bleihülse mit der Radiumtube in verschiedener Stellung so nahe wie möglich an das Blutpräparat gehalten wurde, konnte überhaupt keine Wirkung der  $\gamma$ -Strahlung nachgewiesen werden, und zwar nicht einmal, wenn sich die Radiumtube 3 Stunden lang in 3 mm Abstand von dem Blutpräparat befand, welches in diesem Fall so hergestellt war, dass die bestrahlten Granulozyten während der Bestrahlung innerhalb eines der Öffnungen der Bleihülse entsprechenden Gebietes gehalten wurden.

Ich ging nun zu einer Serie von Experimenten mit grossen Radiummengen über und benutzte hierbei einen von den Radiumapplikatoren des Radiumheimes mit 34 in eine Bakelitscheibe eingefassten Tuben zu je 50 mgr Radiumelement in einer Anordnung, die aus der nebenstehenden Zeichnung ersichtlich wird, welche mir der Vorsteher des physikalischen Laboratoriums des Radiumheimes, Herr Dr. SIEVERT, gütigst zur Verfügung gestellt hat. Die Filtrierung war hier dieselbe wie bei den Vorversuchen, d. h. 1 mm Blei entsprechend. Der Applikator

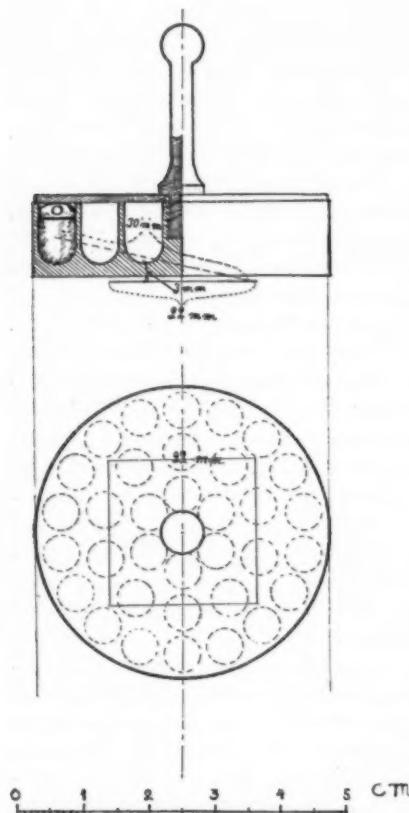


Fig. 1.

wurde mitten über das Blutpräparat gestellt, das mit einem dünnen Deckglas von 22 mm<sup>2</sup> bedeckt war, und das Objektglas ruhte während der Bestrahlung auf dem Wärmetisch des Mikroskopes. Zwei dünne, quer über das Objektglas mit dem Blutpräparat gelegte Objektgläser verhinderten, dass der Applikator auf das Deckglas drückte. Der Abstand zwischen dem unteren Pol der gerade über dem Deckglas liegen-

den Radiumtuben und dem Blutpräparat war in sämtlichen Versuchen der gleiche, nämlich 3 mm. Der Wärmetisch wurde erwärmt, bevor das Blutpräparat auf denselben übertragen wurde, und das Präparat lag 5 Minuten auf dem Tisch, ehe die Bestrahlung begann. Die Temperatur des Wärmetisches war so bemessen, dass die Temperatur des Blutpräparates während der Bestrahlung  $37^{\circ}$  betrug, und das Blutpräparat wurde gegen Licht geschützt. Bei allen Versuchen dieser Serie waren die Anordnungen völlig die gleichen, so dass sich die Versuche nur durch die Dauer der Bestrahlung voneinander unterschieden. Die Durchmusterung der Präparate nach der Bestrahlung wurde auf dieselbe Weise wie bei den Vorversuchen ausgeführt und konnte  $2\frac{1}{2}$  bis 4 Minuten nach Unterbrechung der Bestrahlung beginnen. Es erfordert nämlich immer einige Minuten, den Applikator zu entfernen und das Immersionsobjektiv einzustellen, was stets mit grösster Vorsicht geschehen muss, damit mechanische Beschädigungen des Präparates mit Sicherheit ausgeschlossen werden können.

Nach  $2\frac{1}{2}$ -stündiger Bestrahlung waren die meisten Spezialgranulozyten in dem Präparat tot. Einige von ihnen waren abgerundet, mit einer deutlich hervortretenden, leuchtenden Grenzlinie, und die Granularmasse war ganz oder grösstenteils in kleine leuchtende Tropfen verteilt, die in heftiger BROWN-Bewegung bald hierhin, bald dorthin geschleudert wurden. Der Kern dieser Zellen zeigte meistens deutliche Strukturveränderungen: grosse, optisch leere Flecken und zusammengeflossene Kernlappen, oder aber der Kern wurde bloß durch eine optisch leere Lücke in der Zelle markiert. Andere Granulozyten, in denen ebenfalls keine Lebensphänomene nachzuweisen waren, hatten unregelmässige und oft undeutliche Konturen und eine ungleichmässig in der Zelle verteilte Granularmasse in lebhafter BROWN-Bewegung, eine Andeutung verminderter Plasmaviskosität. Nicht selten wurden außerdem Strukturveränderungen im Kern beobachtet. Auch einzelne Granulozyten mit beständig wechselnder Grenzfläche waren zu finden. Die Grenzfläche buchtete sich in diesen Zellen vor, bald in Form breitbasiger Vorsprünge, bald in Form schmalbasiger gestielter Blasen, die hin und her schwankten und diesen Zellen ein Aussehen verliehen, das mit gewissen Typen unter den schwer beschädigten Zellen in den früher ausgeführten Röntgen- und Lichtversuchen übereinstimmte. Nur wenige lebende Granulozyten mit langsamem und unregelmässigem Amöboidismus waren in dem Präparat anzutreffen und nur einige vereinzelte Granulozyten, die sich einigermassen normal bewegten.

Nach der Durchmusterung durfte sich das Präparat auf Zimmertemperatur abkühlen und wurde 17 Stunden später von neuem untersucht, nachdem es auf  $37^{\circ}$  erwärmt worden war. Jetzt waren die allermeisten Spezialgranulozyten in einer mehr oder weniger weit fortge-

schrittenen Auflösung begriffen; nur noch einige einzelne Zellen mit langsamer amöboider Bewegung waren anzutreffen.

Bei einem der Versuche mit 2-stündiger Bestrahlung ergaben sich im wesentlichen die gleichen Resultate wie bei 2½-stündiger Bestrahlung. Dagegen wurden in einem anderen Versuch während der Durchmusterung bis ½ Stunde nach der Bestrahlung zwar auch zahlreiche tote Zellen, daneben aber recht zahlreiche stilliegende Granulozyten mit deutlichen Lebenszeichen (typische Tropfenverschiebung) und nur eine einzige Zelle mit langsamer, vorwärtsgleitender Bewegung angetroffen. Bei erneuter Durchmusterung 18 Stunden später waren dagegen recht viele Granulozyten in langsamer oder sonst etwas atypischer amöboider Bewegung und außerdem einzelne Zellen mit ziemlich normalen Bewegungen zu sehen. In diesem Fall lagen also deutliche Zeichen dafür vor, dass sich eine Anzahl Zellen allmählich einigermassen erholt hatten.

Bestrahlung während 1½ Stunden gab Resultate, die von denen bei 2½- und 2-stündiger Bestrahlung bedeutend abwichen. Jetzt waren während der ersten Viertelstunde nach beendetem Bestrahlung keine in Auflösung begriffenen, abgerundeten Spezialgranulozyten und ebenso wenig tote mit unregelmässiger Grenzkontur anzutreffen. Die meisten der Granulozyten lagen zwar unbeweglich, mit der Granularmasse in starker BROWN-Bewegung, aber sie liessen durch eine typische Tropfenverschiebung deutliche Lebenszeichen erkennen. Während der folgenden Viertelstunde begannen sich immer mehr Zellen in amöboide Bewegung zu setzen, manche schnell, andere nur mit Schwierigkeit und nach wiederholtem Anhaften an der Unterlage. Schon 50 Minuten nach der Bestrahlung waren zahlreiche frei und ziemlich normal bewegliche Granulozyten, daneben aber auch einzelne tote, abgerundete, kolliquierte Zellen zu sehen. Auch bei diesem Versuch wurden also — ausser einzelnen Granulozyten mit Zeichen fortgesetzter Alteration nach beendetem Bestrahlung, wie bei den Lichtversuchen — zahlreiche Zellen beobachtet, die sich mehr oder weniger schnell erholteten.

Nach 1-stündiger Bestrahlung war das unmittelbare Resultat folgendes: keine toten, aber ziemlich viel unbewegliche Granulozyten mit deutlichen Lebenszeichen wurden beobachtet; daneben waren zahlreiche frei bewegliche Granulozyten zu sehen, von denen jedoch keiner normales Bewegungsvermögen besass. Die meisten frei beweglichen Granulozyten glitten nur langsam vorwärts und hatten oft eine unregelmässige Pseudopodienbildung. Manche bildeten ihre Pseudopodien auf eine Weise, die bei den Granulozyten als pathologisch angesehen werden muss. Bei dem normalen Amöboidismus nimmt der Granulozyt nämlich eine mehr oder weniger langgestreckte Glockenform an und bewegt sich rasch vorwärts mit einer breiten, optisch leeren, d. h. im Dunkelfeld nicht leuchtenden Pseudopodie, die sich in der Spitze der Zelle unablässig

vorwärtsschiebt. Bei der eben angedeuteten pathologischen Pseudopodienbildung, die den Namen Bruchsackpseudopodie erhalten hat, strömt dagegen ein Teil der optisch leeren Partie des Plasmas durch eine schmale Öffnung oder Pforte in die Zellkontur hinaus, die als feine leuchtende Linie hervortritt, und breitet sich aussen auf der anfangs noch deutlich sichtbaren Konturlinie aus. Durch die Pforte in der Grenzlinie strömt dann die Granularmasse in die Pseudopodie hinein, wobei sich die Pforte schnell erweitert und die Grenzlinie verschwindet. Diese Phasen wiederholen sich, und die Zelle schraubt sich gewissermassen langsam vorwärts. Solche Bruchsackpseudopodien habe ich bei meinen Lichtversuchen oft wahrgenommen. Schon eine Viertelstunde nach der Bestrahlung zeigten sich eine Anzahl Spezialgranulozyten mit völlig normalem Amöboidismus, und sie wurden allmählich immer zahlreicher. 50 Minuten nach der Bestrahlung waren schon die meisten Granulozyten normal beweglich; tote, in Auflösung begriffene Zellen aber waren nicht zu sehen.

Als das Präparat 17 Stunden nach der Bestrahlung wieder untersucht wurde, zeigten die meisten der Spezialgranulozyten normalen Amöboidismus; nur einige wenige blieben unbeweglich, aber tote Granulozyten waren auch jetzt nicht zu entdecken. In diesem Versuch fanden sich keine deutlichen Zeichen von fortgesetzter Alteration wie in dem Versuch mit  $1\frac{1}{2}$ -ständiger Bestrahlung, dagegen wurden aber unzweideutige Beweise für eine Erholung beobachtet.

Als die Bestrahlungsdauer auf  $1\frac{1}{2}$  Stunde herabgesetzt wurde, waren bei einer unmittelbar nach der Bestrahlung vorgenommenen Durchmusterung keine toten Granulozyten anzutreffen, aber recht zahlreiche lebende, die an der Unterlage festgeklebt waren, und solche, die nur leicht anhafteten oder sich langsamer als normalerweise bewegten. Schon während der ersten Viertelstunde nach der Bestrahlung nahm die Zahl der frei beweglichen Zellen schnell zu, aber noch  $1\frac{1}{2}$  Stunde danach sah man recht zahlreiche Zellen, die noch nicht in Bewegung gekommen waren, neben zahlreichen solchen, die sich völlig normal bewegten. 40 Minuten nach der Bestrahlung fanden sich dagegen nur wenig Spezialgranulozyten, die sich nicht völlig normal bewegten. In diesem Versuch hatte ich gute Gelegenheit, Granulozyten zu beobachten, die sich schnell freimachten, und zu konstatieren, dass sich das Phänomen *in keiner Hinsicht von dem unterschied, das ich bei meinen Lichtversuchen wahrgenommen hatte*. Auch Zellen, die längs ihrer ganzen Peripherie an der Unterlage fixiert waren, konnten sich noch in Bewegung versetzen. Zellen, die sich freimachten, waren noch zu beobachten, nachdem  $1\frac{1}{2}$  Stunde seit der Bestrahlung verflossen war.

Bei erneuter Durchmusterung nach 17 Stunden bewegten sich die meisten Spezialgranulozyten normal. Das Resultat der  $1\frac{1}{2}$ -ständigen Be-

strahlung stimmte also in der Hauptsache mit demjenigen überein, das durch 1-stündige Bestrahlung gefunden wurde, aber die Granulozyten erholten sich schneller.

Als die Bestrahlungsdauer weiter auf eine *Viertelstunde* gesenkt wurde, gestaltete sich das Resultat dagegen in der Hauptsache negativ. Bei einer unmittelbar nach der Bestrahlung vorgenommenen Durchmusterung bewegten sich die meisten Granulozyten völlig normal; nur eine und die andere Zelle mit langsamer Bewegung war zu beobachten sowie vereinzelte Granulozyten, die an der Unterlage festgeklebt waren, aber sich in kurzer Zeit freimachten.

Fasst man die Beobachtungen in meiner Versuchsreihe von dem Experiment an, in dem die Bestrahlung nur während einer Viertelstunde ausgeführt wurde, bis zu den Versuchen mit 2- und  $2\frac{1}{2}$ -stündiger Bestrahlung zusammen, so findet man, dass der Effekt der Bestrahlung sukzessiv mit der Verlängerung der Bestrahlungszeit zunimmt. Bei der kleinsten Strahlendosis kam eine schnell vorübergehende Immobilisierung einzelner Zellen vor, nach  $\frac{1}{2}$ -stündiger Bestrahlung war die Zahl der immobilisierten Zellen schon bedeutend, aber die meisten von ihnen kamen innerhalb  $\frac{1}{2}$  Stunde wieder in Bewegung, und 40 Minuten nach der Bestrahlung kamen nur wenig Zellen vor, die sich nicht normal bewegten. Als die Bestrahlung auf 1 Stunde ausgedehnt wurde, war das Resultat im wesentlichen das gleiche; die immobilisierten Granulozyten schienen sich jedoch etwas langsamer zu erholen. Bei  $1\frac{1}{2}$ -stündiger Bestrahlung glich das Resultat anfangs dem durch 1-stündige Bestrahlung erhaltenen, aber ein Teil der Granulozyten erholte sich jetzt bedeutend langsamer und mit grösserer Schwierigkeit, und außerdem traten schon 50 Minuten nach der Bestrahlung tote und in Kollokution begriffene Zellen auf. Als die Granulozyten 2 Stunden lang bestrahlt wurden, beobachtete man unmittelbar eine bedeutende Anzahl schwer beschädigter, toter oder in Kollokution begriffener Zellen, aber auch Zellen, die in geringerem Grade beeinflusst worden waren und sich anscheinend später langsam erholten. Bei  $2\frac{1}{2}$ -stündiger Bestrahlung wurde die Wirkung nicht offensichtlich stärker.

Vergleicht man die Versuche mit  $\gamma$ -Strahlen, bei denen eine maximale Wirkung erreicht wurde, mit den früheren Versuchen mit X-Strahlen, so kann man die Übereinstimmung als vollständig bezeichnen. Auch bei den Versuchen mit  $\gamma$ -Strahlen wurde der oft recht stark wechselnde Effekt auf verschiedene Zellen ein und desselben Präparates beobachtet.

Auch meine Lichtversuche zeigen indes eine volle Übereinstimmung mit den  $\gamma$ -Strahlenversuchen, d. h. allerdings, wenn man davon absieht, dass die Entwicklung der Strahlenschädigung in den Lichtversuchen bei ein und derselben Zelle, nicht wie in den Versuchen mit  $\gamma$ -Strahlen auf Grund einer ganzen Serie von Experimenten mit sukzessiv verkleinerten

Dosen zu beobachten war. Dass auch die Granulozyten desselben Präparates bei den Lichtversuchen oft individuelle Verschiedenheiten in ihrer Lichtempfindlichkeit erkennen liessen, habe ich in meinem Bericht über diese Versuche hervorgehoben.

Die sowohl bei den Lichtversuchen wie bei den  $\gamma$ -Strahlenversuchen als erste nachweisbare funktionelle Störung auftretende Immobilisierung oder die Störung des Amöboidismus ist mit grösster Wahrscheinlichkeit eine Folge davon, dass sich die Grenzfläche der Zelle verändert hat. Darauf deutet ja das Festkleben, die abnorme Pseudopodienbildung oder die Unfähigkeit, Pseudopodien zu bilden, *sei es, dass die Veränderung eine direkte Folge der Strahlenwirkung auf die Grenzfläche oder eine indirekte Folge einer auf die eine oder andere Weise entstandenen Störung des Mechanismus ist, der innerhalb der Zelle die Grenzfläche reguliert.* Dass die Beschaffenheit der Grenzfläche von grösster Bedeutung für die Permeierung von Stoffen aus der die Zelle umgebenden Flüssigkeit, für die Nutrition und die ganze Zusammensetzung der Zelle ist, lässt sich kaum bezweifeln. Eine abnorm funktionierende Grenzfläche kann eine abnorme Zellzusammensetzung, eine Zellschädigung verursachen oder eine solche verstärken.

*Es liegt nahe anzunehmen, dass der unmittelbar nach Abschluss der Bestrahlung auftretende Effekt in meinen Versuchen mit  $\gamma$ -Strahlen hauptsächlich gerade in einer Grenzflächenstörung mit deren Folgen zu suchen ist; und dasselbe gilt auch für die Versuche mit Röntgen- und kurzweligen Lichtstrahlen.*

Hiermit will ich keineswegs gesagt haben, dass bei den Spezialgranulozyten nicht auch direkte Kernschädigungen infolge einer Bestrahlung mit  $\gamma$ -Strahlen entstehen können, denn *das Nichtvorhandensein morphologisch nachweisbarer Kernschädigungen braucht durchaus nicht zu beweisen, dass der Kern unbeschädigt ist.*

Gegen die Annahme, dass die Ursache zu den Störungen des Amöboidismus der Spezialgranulozyten, die den am frühesten nachweisbaren Effekt aller von mir bisher untersuchten Strahlenenergien darstellen, primäre Kernschädigungen wären, sprechen jedoch meine Beobachtungen, denn aus meinen Lichtversuchen ist unzweifelhaft hervorgegangen, dass sich hinreichend grosse Bruchstücke eines Spezialgranulozyten wie vollständige Zellen bewegen können, auch wenn diese Bruchstücke kernlos sind, und dass solche kernlose Stücke von kurzwelligem Licht auf dieselbe Weise wie kernführende Granulozyten immobilisiert werden.

Meine Resultate über das Verhalten der Spezialgranulozyten bei einer Bestrahlung mit  $\gamma$ -Strahlen dürfen nicht ohne weiteres verallgemeinert werden, denn der Spezialgranulozyt ist eine funktionell ausdifferenzierte Zelle ohne die Fähigkeit indirekter Teilung, und sein Kern

spielt wahrscheinlich für das Zelleben nicht die gleiche Rolle wie der Kern in einer Zelle mit grossem Propagationsvermögen. Auch geben meine Versuche keine Erklärung für die Entstehung der erst nach einer längeren Latenzzeit hervortretenden Wirkung einer  $\gamma$ -Strahlung.

Meine vorstehend wiedergegebenen Versuche mit  $\gamma$ -Strahlen sind an Zahl gering und müssen in mehreren Hinsichten komplettiert werden. Vielleicht können sie jedoch auch in ihrer jetzigen Form einiges Licht über gewisse Einzelheiten der Frage von den biologischen Wirkungen der  $\gamma$ -Strahlen verbreiten und ihrerseits zu der Sammlung experimentell feststellbarer Tatsachen beitragen, welche erforderlich ist, bevor eine nicht zu sehr mit Hypothesen belastete Strahlenbiologie aufgebaut werden kann.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit des Verf., die am Radiumhemmet in Stockholm ausgeführt wurde, bildet eine Fortsetzung seiner früheren Untersuchungen über die biologische Wirkung der Röntgen- und Lichtstrahlen. Als Versuchsobjekt dienten Spezialgranulozyten (neutrophile Leukozyten) in Nativpräparaten von Normalblut. Die Bestrahlung wurde mit einem der Applikatoren des Radiumhemmets vorgenommen, der 34 Tuben mit je 5 mg Radiumelement enthält. Die kleinste Entfernung zwischen dem unteren Pol der Tuben und dem Präparat betrug 3 mm. Das Filter entsprach 1 mm Blei. Während der Bestrahlung wurden die Präparate auf 37° erwärmt.

15minütige Bestrahlung rief Immobilisierung einzelner Granulozyten hervor, nach Unterbrechung der Bestrahlung erhielten sie aber bald wieder ihre normale Beweglichkeit. Unter Bestrahlung durch 30 Minuten bis zu 1 Stunde wurden sehr viele immobilisiert, aber auch die meisten von diesen wurden nach Aufhören der Exposition wieder ganz aktiv. Nach Bestrahlung durch 1½ Stunden wurde dasselbe Phänomen beobachtet, eine Anzahl der Zellen war aber schon nach 50 Minuten entweder tot oder in Degeneration begriffen. Die grösste Wirkung wurde bei Bestrahlung durch eine Zeit von 2—2½ Stunden erreicht. Wenn die Bestrahlung nach dieser Zeit unterbrochen wurde, waren die meisten Granulozyten entweder schwer geschädigt, tot oder in Degeneration begriffen.

Die Resultate der Versuche mit Gammastrahlen entsprachen in jeder Beziehung den in den früheren Versuchen des Verfassers erhaltenen. Die erste nachweisbare biologische Wirkung der Bestrahlung mit Röntgen-, Licht- oder Gammastrahlen war die Immobilisation der Granulozyten, während strukturelle Veränderungen erst später zutagetraten.

### SUMMARY

The author's present investigation, which was carried out at the Radiumhemmet in Stockholm, forms a continuation of his previous research into the biologic effect of roentgen- and light rays. As object for his tests, he uses special granulocytes (neutrophile leucocytes) in direct preparations from normal blood. The irradiation was made with one of the radium applicators of the Radium-

hemmet, containing 34 tubes, with 50 milligrams of radium element each. The minimum of distance between the nether pole of the tubes and the preparation was 3 millimetres. The filter was equal to 1 millimetre of lead. During the irradiation, the preparations were heated to 37°.

Irradiation for 15 minutes produced the immobilisation of some single granulocytes, but after the irradiation had been discontinued they soon became normally active again. Under irradiation for 30 minutes to 1 hour, a great many became immobilised, but also most of these became quite active again after the exposure had ceased. After irradiation for 1½ hour, the same phenomenon was observed; but now there were, besides, already after 50 minutes, a number of cells either dead or in the course of disintegration. The greatest effect was obtained with irradiation for from 2 to 2½ hours. When, after that length of time, the irradiation was discontinued, most of the granulocytes were already either severely damaged, dead or in the course of disintegration.

The result of experiments with gamma rays corresponded in every way with those obtained in the author's previous experiments. The first demonstrable biologic effect of irradiation with either roentgen-, light- or gamma rays was the immobilisation of the granulocytes; while structural changes did not become evident until later.

### RÉSUMÉ

L'examen a été fait au Radiumhemmet, à Stockholm, et constitue une suite aux travaux antérieurs de l'auteur sur les effets biologiques des rayons Roentgen et des rayons lumineux. On a choisi comme objet d'expérience des granulocytes spéciaux (leucocytes neutrophiles) en préparation native du sang normal. L'irradiation a été faite à l'aide d'un des applicateurs du Radiumhemmet, comprenant 34 tubes de 50 mgr. d'élément-radium chacun. La distance minima entre le pôle inférieur des tubes et la préparation était de 3 mm. Le filtrage correspondait à 1 mm. de plomb. Pendant l'irradiation, la préparation était portée à la température de 37°.

Une irradiation d'un quart d'heure provoqua l'immobilisation de quelques granulocytes isolés qui, après cessation de l'irradiation, reprirent bientôt leurs mouvements normaux. Une irradiation d'une demi-heure et d'une heure détermina l'immobilisation de nombreux granulocytes, mais la plupart d'entre eux recommencèrent à se mouvoir librement après la cessation de l'irradiation. On nota le même phénomène après 1 heure ½ d'irradiation, mais on constata en même temps qu'au bout de 50 minutes un certain nombre de cellules étaient mortes ou en voie de dégénérescence. L'effet maximum fut réalisé par une irradiation de 2 h. à 2 h. ½; après cette irradiation, la majorité des granulocytes étaient fortement endommagés, morts ou en voie de dégénérescence.

Les résultats obtenus au cours des expériences avec les rayons concordent entièrement avec les expériences antérieures de l'auteur. Le premier signe que l'on observe par irradiation aussi bien avec les rayons Roentgen qu'avec les rayons est une immobilisation des granulocytes; ce n'est que plus tard que des modifications de structure deviennent visibles.



## ÜBER REINE COLONINVAGINATIONEN VOR ALLEM VOM RÖNTGENOLOGISCHEN GESICHTSPUNKT<sup>1</sup>

von

*Hugo Laurell*

(*Tabulae XIV—XV*)

Reine Coloninvaginationen sind bekanntlich selten, wenn wir von lateralen Invaginationen vom Typus coeco-colica absehen, und unsere Kenntnis von ihren Röntgenbildern ist deshalb noch gering. Sie werden relativ häufig bei älteren Individuen angetroffen und haben dann oft oder meist (KASEMEYER) Tumogrundlage. In der Literatur habe ich nur 7 Aufsätze oder Referate gefunden, welche die Röntgendiagnose dieser Einstülpungen behandeln. Die Verfasser sind KAREWSKI (1921), JONAS (1926), REISER und GURNIAK (1927), POSSATI (1927), BENASSI (1928), FOŁ (1931) und SUSSMAN (1932); von diesen haben die beiden ersten, wie ich später zu zeigen versuchen will, ihre Röntgenbilder unrichtig gedeutet. Da ich selbst Gelegenheit hatte, einen Fall zu diagnostizieren, der ausserdem diagnostisch sehr interessant war, will ich ihn hier beschreiben und im Anschluss an ihn und die früher beobachteten Fälle die Röntgendiagnose dieser Invaginationsform besprechen.

Dass die reine Invaginatio colica relativ selten ist, zeigt auch das Invaginationsmaterial aus der hiesigen Röntgenabteilung, das 23 seit 1921 untersuchte Fälle von Invagination umfasst, unter denen sich nur ein Fall von Invaginatio colica befindet; die übrigen verteilen sich folgendermassen: 17 Invaginatio ileocoecalis, 3 Inv. iliaca, 1 Inv. ileocolica und endlich ein seiner Form nach unsicherer Fall, vermutlich eine Inv. ileocoecalis. Eine exakte Röntgendiagnose konnte in 20 der 23 Fälle gestellt werden; in zwei der drei übrigen Fälle lautete die Röntgendiagnose auf ein niedriges Dünndarmhindernis, in dem dritten Fall ergab Röntgen ein negatives Resultat, weil im Zusammenhang mit dem Einlauf eine Desinvagination eintrat; der Fall war ein typischer Invaginationsfall mit den klassischen Zeichen: Kolikbeschwerden, Verstopfung, Tumor und rektale Blutung. Nach Kontrasteinlauf wurde Pat. symptomfrei, und es stellte sich bald Stuhlgang ein, weshalb keine Operation vorgenommen wurde. Dies ist der eben erwähnte, der Form nach unsichere Fall.

<sup>1</sup> Bei der Redaktion am 9. XII. 1932 eingegangen.

Vollständige Desinvagination erfolgte während des Kontrasteinlaufes in 9 der 23 Fälle und in der Regel sehr leicht bei ca. 50—70 cm Flüssigkeitsdruck, aber in 3 dieser 9 Fälle bildete sich die Invagination gleich nach dem Einlauf wieder; die Rezidivneigung beruhte in 2 dieser Fälle (erwachsene Individuen) auf einem grossen Tumor im Darm und im dritten (ein Kind) auf einer entzündlichen, tumorartigen Anschwellung der Valvula Bauhini.

### Kasuistik

#### Eigener Fall von Coloninvagination auf Tumorgrundlage

Journal nr. Ch. 1482/1932. 51jähriger Mann, im allgemeinen gesund, aber hin und wieder Beschwerden durch Gasspannungen. 3 Wochen vor der Aufnahme ins Krankenhaus begann Pat., an diffusen Magenbeschwerden zu leiden, die ihren Sitz meist im linken Teil des Bauches hatten. Eine Woche vor der Aufnahme leichter Ikterus, der bald verschwand. Der Arzt vermutete Gallenstein.

Status am 3. 6. bei der Aufnahme in die chirurgische Abteilung (Chef: Prof. G. NYSTRÖM). Magerer Mann mit gutem Allgemeinzustand. Andeutung von ikterischer Färbung der Sclerae. Jeden Tag Stuhlentleerung. Bauch überall weich und unempfindlich. Per Rectum nichts Pathologisches.

4. 6. Die Gallenblase füllte sich nach Tetragnost per os nicht. Faeces: Weber schwach positiv in 4 Proben, negativ in mehreren Proben nach dem 12. 6. Sublimatprobe positiv bei drei verschiedenen Gelegenheiten.

Bei Untersuchung mit *Kontrasteinlauf* am 8. 6. liessen sich das Colon ascendens und das Coecum nur sehr schwer mit Kontrast füllen und schienen dann normal zu sein; aber wenn diese Teile weniger Kontrast enthielten, sah man im Colon ascendens einen ca. walnussgrossen zentralen Tumordefekt. Die genannten Darmteile zeigten grosse Irritabilität und zogen sich immer wieder zusammen, wobei der Tumor nach dem Colon transversum verschoben und das Colon ascendens invaginiert wurde. Invaginationsbilder dieses Falles werden weiter unten näher beschrieben werden.

Wie oben bemerkt, fehlten gewöhnliche klinische Zeichen von Invagination, wie palpabler Tumor, Kolikbeschwerden und Obstipation. Da ausserdem die Bauchbeschwerden ihren Sitz nur oder hauptsächlich im linken Teil des Bauches hatten, hielt es der behandelnde Arzt für wahrscheinlich, dass die Beschwerden des Patienten hauptsächlich auf einer leichten Colitis beruhten, aber wegen des positiven Röntgenbefundes und der anfangs positiven Weberprobe wurde ein Tumor in der Coecalgegend nicht als ausgeschlossen betrachtet. Deshalb wurde weitere genaue Kontrolle und erneute Röntgenuntersuchung nach einiger Zeit angeraten.

Während des Sommers war Pat. ganz beschwerdefrei, und als er im Herbst zu erneuter Röntgenuntersuchung wiederkam, gab er an, er habe sich seit lange nicht so gesund gefühlt. Keine Bauchbeschwerden, täglich normaler Stuhlgang. Weber negativ in wiederholten Proben.

*Röntgenuntersuchung am 7. 9. 1932.* Der Einlauf stiess auf einen mässigen Widerstand an der rechten Flexur, füllte aber bald den ganzen Dickdarm aus und drang auch in das untere Ileum ein. Am Übergang vom Coecum zum Colon ascendens sah man einen zentralen, etwa eigrösse, skybalaartigen Füllungsdefekt; dieser verschwand, als sich die genannten Teile reichlicher mit Kontrast füllten, und trat nun bloss bei Kompression hervor. Der Tumor konnte nicht palpiert werden, aber der Defekt liess sich manuell mehrere Zentimeter in aboraler Richtung verschieben.

Als der Einlauf teilweise in den Behälter zurückfloss (bei dessen Senkung unter das Niveau des Darmes), trat ein Kontraktionszustand im Coecum und Colon ascendens auf, wobei sich diese Teile stark um das tumorartige Gebilde zusammenzogen und es in aboraler Richtung verschoben. Die fortschreitende Colonperistaltik dislozierte den Tumor in etwa 10 Sekunden nach der Mitte des Colon transversum, wobei das Colon ascendens invaginiert wurde. Als man den Behälter hob und das Colon sich füllte, löste sich die Invagination, kehrte aber beim Ausfließen des Kontrastes wieder. Nun wurden in rascher Folge Bilder aufgenommen, um das Fortschreiten der Invagination zu zeigen; aus diesen lässt sich leicht ersehen, dass



Fig. 1.

der Tumor der Leiter der Invagination blieb und endlich in die Nähe der Mittellinie gelangte (Figg. 1—5). Mittelst der Röntgenbilder kann man das Aussehen der Invagination während ihrer verschiedenen Phasen nahezu im einzelnen rekonstruieren; dies hängt offenbar mit den günstigen Umständen zusammen, dass die Invagination beim Einlauf reponiert wurde, wobei sich das ganze Colon füllte, und dass sie sich wegen des Vorhandenseins eines Tumors leicht von neuem bildete. Die Invagination löste sich dreimal, bildete sich aber wieder, sobald der Druck im Darm sank. Pat. hatte dabei keine Schmerzen. Als die Invagination am ausgesprochensten war, gab er jedoch auf Befragen an, dass er

einen gewissen Druck oder eine geringe Spannung im rechten Oberbauch empfinde, was ihm aber keinerlei Schmerzen bereite. Die Invagination und der vorangehende Tumor konnten während der Durchleuchtung nicht palpirt werden.

Fig. 1 zeigt den Tumordefekt in der Gegend der Valvula Bauhini. Das Colon und das untere Ileum sind gut mit Kontrast gefüllt. Man beachte die normale Lage der rechten Flexur auf diesem Bilde und ihre Senkung auf den folgenden Bildern!

Figg. 2—3 auf Tafel I zeigen, wie sich das Coecum und das Colon ascendens beim Ausfliessen des Kontrasteinlaufes um den Tumor zusammenziehen und ihn in aboraler Richtung zu verschieben beginnen. Auf den Figg. 4—5 (Tafel I) hat sich der Tumor an der rechten Flexur vorbeigeschoben, wobei ein Teil des Colon ascendens invaginiert worden ist. Der Hals liegt unmittelbar aboral von der Valvula B., und das Ileum ist also nicht invaginiert. Am Halse sieht man, wie das zuführende Darmrohr nach dem inneren Darmrohr hin trichterförmig schmäler wird und am Übergang tabakbeutelartig eingeschnürt ist. Das innere Darmrohr zeichnet sich nur in einer Ausdehnung von einigen Zentimetern in Form einiger zentraler, längsverlaufender Kontraststreifen deutlich ab. Der Apex invaginati wird von einem etwa eigrossen ovalen Tumor gebildet, der mit einer dünnen, unvollständigen Kontrastschicht bedeckt ist und eine etwas unebene Oberfläche hat. Oral vom Tumor ist die Scheide auf Fig. 5 stark zirkulär eingeschnürt. Diese Einschnürung entspricht meiner Ansicht nach der Stelle, wo die Peristaltik der Scheide den Tumor gut fassen kann und ihn und damit auch das übrige Invaginat zeitweise vorwärts presst. Die Scheide im übrigen ist durch einen dünnen Kontrastbelag markiert, in dem besonders eine Anzahl zirkuläre Kontraststreifen zwischen den Falten der Scheide und dem Invaginat hervortreten. Charakteristisch für das Bild ist, dass die Scheide so breit, breiter als der normale Darm ist, obgleich sie weder Skybala, Luft oder eine grössere Kontrastmenge enthält. Dies deutet direkt darauf hin, dass sie einen Tumor oder ein Invaginat umschliesst. Weiter ist deutlich ersichtlich, dass die Scheide reichlich gefaltet ist, dass sich die rechte Flexur gesenkt und der Mittellinie genähert hat und dass das ganze Colon ascendens wesentlich verkürzt ist.

Fig. 6, Tafel II, zeigt ein noch späteres Stadium der Invagination, wo die Straffung des Invaginats weiterhin zugenommen hat und der Platzmangel in der Scheide so gross ist, dass der Kontrast fast ganz aus dem inneren Darmrohr und den medialen Teilen der Scheide verdrängt ist.

Figg. 7, 8 und 9, Tafel II, geben andere typische Invaginationsbilder von demselben Fall. Auf Fig. 7 sieht man eine beginnende Desinvagination infolge des Einlaufes. Der Tumor ist von so viel Kontrast umgeben, dass er nicht sichtbar ist. Er ist offenbar so weit zurückgeschoben wor-

den, dass die rechte Flexur in der Wiederbildung begriffen ist; das zuführende Colonrohr ist luftgefüllt und hat einen dünnen Kontrastbelag infolge einer vorhergehenden Passageuntersuchung.

Figg. 8 und 9 zeigen die Wiederbildung der Invagination nach einer vorhergehenden Desinvagination. Scheide, inneres Darmrohr und Tumor treten deutlich hervor.

Fig. 10 gibt ein Stadium wieder, wo keine Invagination bestand und das Colon auf einer Strecke aboral vom Tumor kontrahiert war. Es ist interessant, dieses schmale, kontrahierte Colonlumen mit den Bildern zu vergleichen, die denselben Darmteil, erweitert durch das Invaginat, zeigen (Figg. 4 und 5). Weite und Relief sind hier anders.



Fig. 10.

des Röntgenologen ZIEGLER) durch Descendens nicht trennen, so dass eine Verwachsung anzunehmen war; im Gegensatz hierzu zeigte der Tumor gute palpatorische Verschieblichkeit. KAREWSKI weist darauf hin, dass dieses gegensätzliche Verhalten einen wertvollen Fingerzeig für die Diagnose der Intussuszeption bilden kann, »denn zwei ineinander geschlüpfte Darmschlingen müssen vor dem Röntgenschirm völlig untrennbar erscheinen, ohne dass die palpable Mobilität des durch sie gebildeten Tumors gelitten hat, während ein gleich grosser maligner Tumor in der Mehrzahl der Fälle Verwachsungen mit der Umgebung zeigt«. KAREWSKI macht auch auf den auffallenden Tiefstand der

#### Fälle aus der Literatur

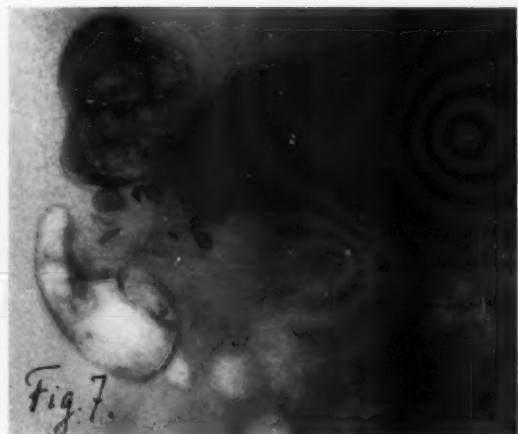
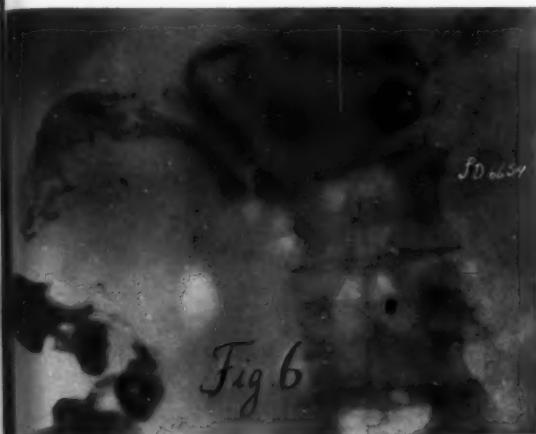
KAREWSKIS Fall von Invagination colica bei einer Frau (1921). Bei einer 25 cm langen Invagination des Colon descendens, welche durch ein mäandringrosses, ziemlich breitbasiges Karzinom der Darmwand verursacht war, ergab das Röntgenbild (Fig. 11) mangelhafte Füllung der proximalen Partie der Flexura sigmoidea; sie hatte stark unregelmässige, gezackte Konturen und liess sich vor dem Röntgenschirm (nach dem Bericht

Palpation vom unteren Descendens nicht trennen, so dass eine Verwachsung anzunehmen war; im

Gegensatz hierzu zeigte der Tumor gute palpatorische Verschieblichkeit.









Flexura lienalis aufmerksam, der durch den Zug des Invaginates verursacht wurde.

Bei der Operation zeigte sich, dass die Invagination die Dicke eines Oberarms hatte und dass das Netz in die Einstülpung hineingezogen war.

Die Darstellung KAREWSKIS ist so kurz gefasst, dass es schwer ist, ihr zu folgen und sie zu verstehen. Es scheint mir nicht denkbar zu sein, dass die nebeneinander liegenden und bei der Röntgenuntersuchung palpatorisch nicht voneinander trennabaren Darmschlingen — wie K. den Fall deutet — ineinander geschlüpft sein sollten. Die Deutung des Rönt-

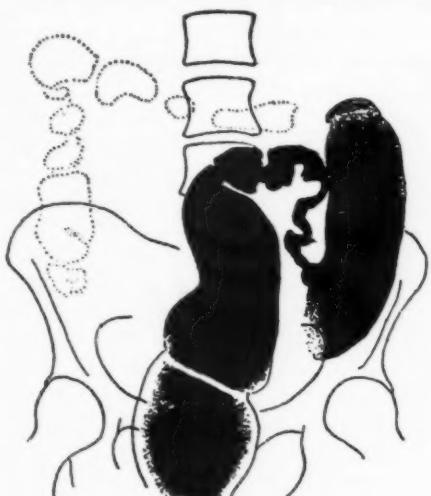


Fig. 11.

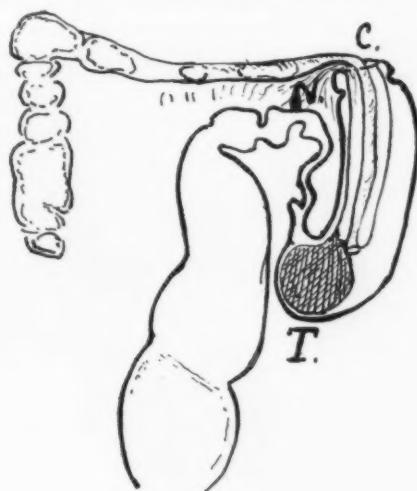


Fig. 12.

genbildes muss eine andere sein, und es will mir scheinen, als ob man sich die Invagination am leichtesten entsprechend dem beistehenden Schema (Fig. 12) denken könnte; damit sehe ich natürlich eine andere Deutung des Röntgenbildes nicht als ausgeschlossen an. Auf der Figur bezeichnet T den Tumor an der Spitze des Invaginats und C das Collum. Die Scheide ist so stark kontrastgefüllt, dass man das Invaginat nicht sieht.

Am schwersten ist auf dem Röntgenbild das unregelmässige und schmale Lumen des Sigmoidums zu erklären. Aber es ist gewöhnlich, dass sich der Darm bei Invagination zeitweise stark vor dem Apex invaginati zusammenzieht, und dies ist, wie ich glaube, hier der Fall. Wenn dieser Darmteil ausserdem Sitz einer Entzündung ist, die z. B. darauf beruht, dass das Invaginat zeitweise weiter nach unten gedrungen ist, als das Röntgenbild zeigt, so kann dies seinerseits zu der ungleichmässigen Kontur beitragen.

Eine vollständigere Röntgenuntersuchung, bei der auch Bilder bei Kompression der palpablen, kontrastgefüllten Scheide oder nach Entleerung des Kontrasteinlaufes aufgenommen worden wären, hätte sicher klare Auskunft über die anatomischen Verhältnisse gegeben.

JONAS (1926) beschreibt einen Fall von Invagination im Colon transversum, die seiner Ansicht nach während der Durchleuchtung reponiert wurde. Die Diagnose erscheint mir jedoch im Hinblick auf den Verlauf, die Röntgenbilder und die bei der Operation gemachten Beobachtungen sehr zweifelhaft. JONAS stützt die Diagnose vor allem auf Röntgen; der grössere Teil des Colon transversum füllte sich bei Einlauf nur mit

Schwierigkeit und in Form eines schmalen, unregelmässigen Lumens, während die übrigen Colonteile normale Weite hatten (Fig. 13). Den verengten Transversumteil deutet JONAS als das innere Rohr einer Coloninvagination. Rings um diesen Teil fanden sich reichlich Gase in einem weiten Lumen, das J. als die Scheide auffasste. Bei Massage füllte sich der verengte Colonteil auf normale Weite, was nach J. auf einer geglückten Desinvagination beruhte. Das Bild, welches im unmittelbaren Anschluss an die »Desinvagination« aufgenommen wurde, zeigt, dass das Colon transversum nun

*normale Weite, aber dieselbe Lage*

*und anscheinend dieselbe Länge wie friher hatte; dies ist schwerlich mit der Annahme einer Desinvagination vereinbar. Denn nach einer solchen müsste sich das Colon transversum um mindestens die zweifache Länge des verengten inneren Darmrohrs verlängert haben; ferner könnte man nicht erwarten, dass der stark erweiterte Colonteil, der für die Scheide gehalten wurde, sogleich nach der Reposition, wie es hier der Fall war, wieder normales Aussehen annehmen würde, und endlich: wohin sind all die Gase in der Scheide gekommen? Auch HUSTIN, der sich über diesen Fall äussert, fragt: »Où est passée la partie invaginée?»*

Bei der nach der Desinvagination vorgenommenen Operation, die J. zur Sicherheit ausführte, für den Fall, dass Gangrän im Colon bestände, wurden keine Zeichen von Invagination oder Gefässstrangulation beobachtet; gegen die Invaginationsdiagnose spricht auch der postopera-



Fig. 13.

tive Verlauf; das Mädchen war in den nächsten 4 Tagen nach der Operation kränker als vor derselben, hatte Ventrikeldilatation mit heftigem Erbrechen und hochgradige Herzbeschwerden.

Im Hinblick auf die Form und Lage der grossen Gasansammlung in der Gegend des Colon transversum und auf den postoperativen Verlauf scheinen sich mir JONAS' Bilder am leichtesten durch die Annahme zu erklären, dass bereits bei der Röntgenuntersuchung eine Ventrikeldilatation vorlag und dass das Colon transversum von dem ektatischen Ventrikel verschoben und komprimiert wurde, so dass es erst nach Massage normal gefüllt werden konnte. Auch auf dem Bilde, das unmittelbar nach der Reposition aufgenommen ist, sieht man eine Gasansammlung in derselben Gegend wie vorher, wenn auch ihre Grenzen infolge grosser Unschärfe des Bildes undeutlich sind. Es ist auch bei Dünndarmileus



Fig. 14.

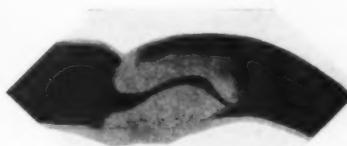


Fig. 15.

gewöhnlich, dass Strecken des Colons stark durch erweiterte Dünndärme komprimiert werden, so dass man bei Einlauf ähnliche schmale Colon-teile beobachtet wie in JONAS' Fall.

REISER und GURNIAK (1927) beschreiben zwei Fälle von chronischer Coloninvagination auf Tumorbasis, beide im Colon transversum. Der eine betraf einen 70jährigen Mann mit einem knapp hühnereigrossen Tumor, der in einer Ausdehnung von 2 cm invaginiert war und bei leisem Zug desinvaginiert werden konnte. Der Tumor infiltrierte den Darm ringförmig und stenosierte ihn. Bei Einlauf ging der Kontrast an der Stenose vorbei und füllte auch das zuführende Rohr aus (Fig. 14). Dadurch entstand ein Bild, das stark an GUEULLETES anschauliche Bilder einer kurzen experimentellen Invagination beim Hund erinnert (Fig. 15), wo der Kontrast in das zuführende Rohr eingespritzt worden war und auch die Scheide füllte.

In dem andern Fall handelte es sich um eine Coloninvagination bei einem 60jährigen Manne, hervorgerufen durch ein kleinhühnereigrosses Adenokarzinom (Fig. 16). Die Invagination konnte erst nach kombinierter oraler und retrograder Füllung des Dickdarms nachgewiesen werden. Bei der Operation war der Tumor nur etwa 3 cm weit invaginiert,

aber die Verfasser sind der Ansicht, dass die Röntgenbilder eine za. 10 cm lange Invagination zeigen; die reproduzierten Bilder lassen sich jedoch ebensogut in Übereinstimmung mit dem Operationsbefund deuten (siehe unten).

Die Verfasser beschreiben ihre Befunde folgendermassen: »20 Stdn p. c. Füllung ist bis zur Mitte des Transversums vorgedrungen; ihr distaler Anteil verschmälernt sich, zeigt unscharfe Kontur unter Verlust der Haustrennung und formt einen nach kranial (kranialwärts?) konkaven, sich verschmälernden, etwa 8 cm langen Zapfen. Nun wird ein Einlauf angeschlossen. Seine Hauptmasse stockt handbreit vor dem distalen Ausläufer der oralen Füllung. Ganz wenig Kontrastflüssigkeit dringt aber weiter und umhüllt mit einem dünnen Schattenschleier das grössten-

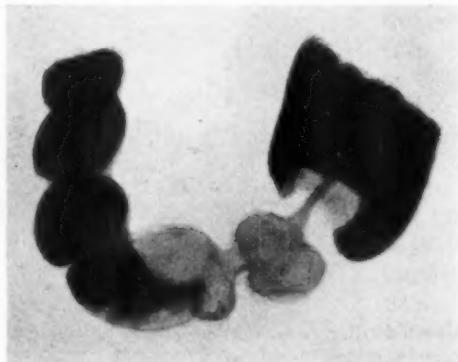


Fig. 16.



Fig. 17.

teils noch ungefüllte Invaginat. Dieser Schattenschleier zeigt deutliche Haustrierung, die dem äusseren Zylinder angehört . . .»

Die Haustrierung, welche die Verfasser auf die Scheide beziehen, kann, nach dem Bilde zu urteilen, ebensogut zu dem zuführenden Colonrohr gehören, wenn man voraussetzt, dass dieses zunächst der Invagination Skybala enthält und nur partiell mit Kontrast gefüllt wurde. Alsdann würde keine Invagination bestanden haben oder sehr kurz gewesen sein, und die Hauptdiagnose müsste auf Tumor, nicht auf Invagination gelautet haben. Ähnliche Bilder habe ich ein paarmal bei papillomatösen, stenosierenden, ringförmigen Coloncancern beobachtet (siehe das nebenstehende Schema, Fig. 17). Bei Operation zeigte der Darm in meinen Fällen in der Höhe des Tumors eine starke, zirkuläre Einschnürung auf der Serosaseite.

POSSATI (1927) diagnostizierte mit Röntgen einen Fall von Invaginatio colica, welche die rechte Colonflexur und den ersten Teil des Colon

transversum betraf. Er gibt nur einen kurzen Bericht ohne Röntgenbilder.

BENASSI (1928) untersuchte eine subakute Invaginatio colica bei einem 19jährigen Manne, die durch einen mandaringrossen Polypen hervorgerufen war. Bei Passageuntersuchung reichte der Kontrast nach 58 Stunden bis zur Flexura sin. Die ausgefüllten Teile des Colons waren nicht erweitert und die linke Flexur nicht gesenkt. Nun wurde auch ein Einlauf gemacht. Dieser zeigte eine weite Sigmoidumschlinge. Vom Colon descendens füllte sich nur ungefähr das untere Drittel, und der zuletzt und unvollständig ausgefüllte Teil hatte ein zwiebelartiges Aussehen



Fig. 18.



Fig. 19.

(«a cipolla»), was offensichtlich auf einer dünnen Kontrastschicht zwischen der Scheide und dem vorangehenden grossen Tumor beruhte. Der grössere Teil des Colon descendens füllte sich nicht (siehe Fig. 18).

Foà (1931) konstatierte bei einem 20jährigen Mann eine chronische Invaginatio colo-colica auf der Grundlage eines hühnereigrossen polyposen Tumors, eines breitbasigen Adenoms, das vom Colon transversum ausgegangen war. Seine Röntgenbilder sind gut und gestatten eine exakte Diagnose. Die wichtigsten klinischen Symptome waren Schmerzattacken im Bauch von wechselnder Intensität, Darmgeräusch, palpabler Tumor in der Nabelgegend und bisweilen diarrhoische, blutige Faeces. Bei der Operation war die Invagination gelöst. Eine Passageuntersuchung ergab, dass die Pars horisontalis inferior des Duodenums durch die Straffung

und Kompression, welche die Invagination hervorrief, leicht erweitert war. Die Dünndarmpassage war normal. Nach 6 Stunden war das Coecum gefüllt; es stand quer, hatte eine sehr hohe Lage und war in die Nähe der Mittellinie verschoben (siehe Fig. 19). Die rechte Flexur fehlte und Coecum und Colon ascendens gingen wie es schien ohne Grenze in das Colon transversum über. Die gefüllten Teile entsprachen dem zuführenden Darmrohr; die Kontrastsäule endete links von der Mittellinie trichterförmig mit einem schnabelartigen Ausläufer. Bei einer späteren Unter-



Fig. 20.



Fig. 21.

suchung waren Coecum und Colon ascendens fast leer und hatten eine mehr normale Lage; der grösste Teil des Kontrastes hatte sich jetzt in der breiten Scheide gesammelt, die ein ziehharmonika- und teilweise rosettenartiges Aussehen hatte (siehe Fig. 20). Nach weiteren 6 Stunden war die Scheide leer, doch befand sich noch etwas Kontrast im Coecum und im Proc. veriformis. Nun wurde ein Einlauf gegeben, der leicht bis zur linken Flexur drang, aber nur langsam ins Colon transversum und ascendens, welch letztere Teile deutlich erweitert waren. Das Colon ascendens füllte sich nur teilweise, und die breite Kontrastsäule endete mit einer nahezu quergehenden Grenze. Zwischen dieser und dem Kontrast im Coecum befand sich ein ziemlich grosser Füllungsdefekt (siehe Fig. 21).

Als Pat. den grösseren Teil des Einlaufes entleert hatte, gab der in der Scheide zurückgebliebene Kontrast wieder rosettenartige Bilder

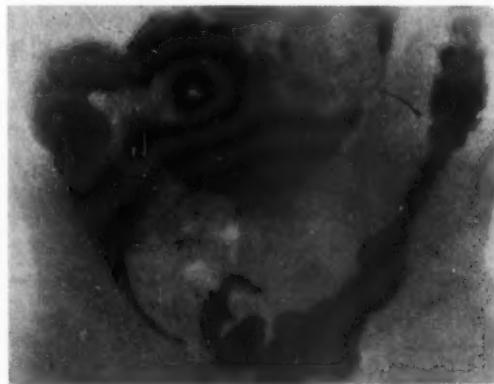


Fig. 22.

(Fig. 22), und man konnte nun sehen, dass der Apex invaginat in einem grossen obturierenden Tumor bestand (siehe den Pfeil).

Als sich die Scheide noch vollständiger entleert hatte, waren noch zahlreiche dichtstehende Kontrastringe um das breite Invaginat sowie ein dünner Kontrastbelag um den vorangehenden Tumor vorhanden (siehe Fig. 23). Als Pat. nun eine neue Kontrastportion erhielt, konnte man wieder die früher beschriebene Erweiterung des Duodenum vor dem Hindernis sehen, welches der Invaginationstumor bildete.

SUSSMAN (1932) beschreibt zwei Fälle von Coloninvagination, von denen jedoch der eine bei der Röntgenuntersuchung desinvaginiert war oder wurde. Es handelte sich um eine intermittente Invagination bei einem 44jährigen Manne auf Grundlage gestielter Tumoren im Sigmoid, die beim Einlauf nachgewiesen werden konnten.

Der andere Fall betraf eine 54jährige Frau, die eine chronische Invagination



Fig. 23.

infolge eines gestielten Lipoms im Colon transversum hatte. Bei der Röntgenuntersuchung reichte das Invaginat in den oberen Teil des Colon descendens hinab, und der Tumor bildete hier ein absolutes



Fig. 24.

Hindernis für den Einlauf. Der Apex invaginati erzeugte einen »large irregular, almost circular defect occupying the entire transverse lumen of the colon» (Fig. 24). In keinem der beiden Fälle konnte eine exakte Röntgendiagnose gestellt werden.

#### Über die Röntgendiagnose der reinen Coloninvagination

Die vorstehende Zusammenstellung umfasst 10 röntgenologisch untersuchte Fälle, von denen jedoch JONAS' Fall wahrscheinlich fehlgedeutet ist. Alle sicheren Fälle mit Altersangabe — 8 an der Zahl — betrafen Erwachsene. Von den 9 sicheren Fällen waren 7 chronisch, einer intermittenter und einer subakut. Alle diese ausser einem, in dem keine Angabe über den Apex invaginati vorliegt, beruhten auf einem grossen Tumor, der in der Mehrzahl der Fälle gestielt war. Dies letztere stimmt gut mit der alten Erfahrung überein, dass Coloninvaginationen bei Erwachsenen oft oder meist eine Tumorgrundlage haben.

Es kann eigentlich erscheinen, dass das zusammengestellte Röntgenmaterial keine Kinder enthält, obgleich Coloninvaginationen absolut genommen bei Kindern nahezu ebenso gewöhnlich zu sein scheinen wie bei Erwachsenen (siehe unten). Dies hängt vor allem damit zusammen, dass die Coloninvaginationen bei Kindern in der Regel einen akuten Verlauf haben und typische klinische Symptome machen, weshalb Röntgen in solchen Fällen bisher selten als indiziert erachtet wurde; sollte aber gelegentlich Röntgenuntersuchung stattgefunden haben (worüber ich

jedoch in der Literatur keine Angabe finden konnte), so dürfte sich schwerlich eine exakte Diagnose haben stellen lassen, weil keine Untersuchung mit Kontrastpassage möglich war. In Zukunft dürfte Röntgen auch in diesen Fällen allgemeiner zur Anwendung kommen, um zu versuchen, in einem frühen(!) Stadium eine Desinvagination durch Kontrasteinlauf zu erzielen.

Nach WEISS' Zusammenstellung von 321 Invaginationsfällen sind fast alle Coloninvaginationen bei Säuglingen akut; vom zweiten Jahr bis zur Pubertät ist etwa ein Drittel dieser Invaginationen chronisch und bei Erwachsenen nahezu die Hälfte der Fälle. WEISS gibt folgende Prozentziffern für die verschiedenen Invaginationsformen an, verteilt nach verschiedenen Altersgruppen:

	Säuglinge	Kindesalter bis zur Pubertät	Erwachsene
Inv. enterica . . . . .	24 % (alle Fälle akut)	23 % (20.5 % akut, 2.5 % chronisch)	34 % (28 % akut, 6 % chronisch)
Inv. ileocecalis u. ileocolica	52 % (50 % akut, 2 % chronisch)	57 % (24 % akut, 33 % chronisch)	39 % (22 % akut, 17 % chronisch)
Inv. colica . . . . .	24 % (23 % akut, 1 % chronisch)	20 % (13 % akut, 7 % chronisch)	27 % (16 % akut, 11 % chronisch)

Die grosse Frequenz von Coloninvaginationen bei Säuglingen, welche WEISS fand, entspricht nach WICHMANN, der sich auf ein grösseres Material stützt, nicht der Wirklichkeit. Dieser gibt folgende Ziffern an: 4 % für die zwei ersten Jahre, 13 % für das 2. — 10. Jahr, 10 % für das 10. — 30. Jahr und 23 % für über 30 Jahre. THOMPSON (1924) fand ähnlich wie WICHMANN za. 4 % Coloninvagination bei Kleinkindern in einem Material von 50 Invaginationsfällen, davon 49 im Alter von 0—3 Jahren.

Dass die Koloninvaginationen der Kleinkinder beinahe ohne Ausnahme akut sind, beruht bekanntlich darauf, dass die Weite des Colons bei ihnen so gering ist, dass leicht Strangulation und Obturation entstehen.

In diesen akuten Fällen ist Kontrastpassage kontraindiziert, was offenbar eine exakte Diagnose erschwert. Mit einem Kontrasteinlauf dürfte man zwar die Invagination leicht nachweisen können, aber kaum ihre Art, ausser in den Fällen, wo der Einlauf eine Desinvagination herbeiführt. In einem wie grossen Prozentsatz der Fälle eine solche eintritt, ist noch unbekannt. Leichter ist offenbar eine exakte Diagnose in den chronischen Fällen bei Erwachsenen, wo Passageuntersuchung in Verbindung mit Kontrasteinlauf vorgenommen werden kann.

Bezüglich der Technik bei Einlauf und Röntgenphotographieren sind einige Schwierigkeiten zu beachten. Nicht ganz leicht ist es bisweilen,

namentlich bei einem unruhigen und schreien Kinde, zu erreichen, dass der Einlauf in genügender Menge einfliest. In den Fällen ileocoecal Invagination bei Kleinkindern, die ich zu untersuchen hatte, liess sich dies in der Regel dadurch erzielen, dass man die Hinterbacken um den Katheter zusammendrückte, und in vereinzelten Fällen dadurch, dass man ein Wachslicht um das Mundstück wand und es zu einem nach der Mündung schmäler werdenden Kegel formte, der beim Einlauf gegen den Anus gedrückt wurde. Man kann es auch mit der einfachen, von BRANDBERG angegebenen Methode versuchen, ein möglichst grobes Gummirohr zu benutzen und um dieses, ein Stück von der Mündung entfernt, eine Komresse zu wickeln, die fest gegen den Anus hinaufgedrückt wird. Statt des improvisierten Wachskegels kann man auch einen Kegel aus Hartgummi oder aus einem anderen geeigneten Material verwenden. Dagegen scheint Narkose, die von vielen empfohlen wird, oft überflüssig zu sein. Wenig ansprechend erscheint mir auch die Methode von FRUCHAUD und PEIGNAUX, eine subkutane perianale Sutur anzulegen und diese um das eingelegte Darmrohr zu knüpfen.

In meinen Fällen von Invaginatio ileocoecalis bei Kindern liess sich diese leicht bei dem Einlauf nachweisen. In 5 Fällen konnte hierbei eine vollständige Desinvagination ohne Narkose erzielt werden, in der Mehrzahl der Fälle schon bei einem relativ geringen Druck von 50—70 cm Flüssigkeitshöhe. In ein paar Fällen, wo das Invaginat schon im Rectum lag, wurde ein höherer Druck angewandt, ohne dass jedoch eine Desinvagination erreicht wurde. Von einem stärkeren Flüssigkeitsdruck als 100 cm bei Kleinkindern raten die meisten Autoren ab, insbesondere wenn die Ingavagination länger als 24 Stunden bestanden hat, weil die Gefahr einer Darmruptur vorliegen könnte.

Dringt beim Einlauf relativ viel Kontrast in die Scheide, so ist es empfehlenswert, auch zu photographieren, nachdem der Kranke einen Teil des Kontrastes entleert hat, wobei das Invaginat deutlicher hervortritt. Zu demselben Zweck kann man auch nach Entleerung des Kontrastes eine vorsichtige Lufteinblasung versuchen. Auch Kompression über der kontrastgefüllten Scheide lässt natürlich das Invaginat besser hervortreten.

#### A. Röntgenbilder bei chronischer resp. intermittenter Coloninvagination

Die sieben näher beschriebenen und abgebildeten Fälle von Coloninvagination — alle auf Tumorgrundlage — zeigten bei Einlauf sehr wechselnde Bilder, was vor allem auf dem Aussehen des vorangehenden Tumors sowie auf dem Grade der Tumorobturation beruhte. In 2 Fällen (dem einen von SUSSMAN und dem von BENASSI) verdeckte der Kontrast den aboralen Teil des Tumors, und man sah nur seine oralen Teile. Dies

hatte seinen Grund wahrscheinlich darin, dass der Tumor gestielt und das Colon um den Stiel kontrahiert war. In den übrigen 5 Fällen füllte sich die Scheide mehr oder minder vollständig, in 2 von ihnen, dem von KAREWSKI und meinem, bis zum Halse, in K's Fall so stark, dass das ganze Invaginat unsichtbar blieb und man nur den aboralen Teil des Tumors ahnte (nach meiner Deutung des Falles). Auch in Foås Fall füllte sich die Scheide stark (jedoch nicht bis zum Hals), und das Invaginat wurde deshalb erst sichtbar, nachdem Pat. einen Teil des Kontrastes entleert hatte. Dann trat auch der vorangehende Tumor hervor, und der Kontrastrest in der Scheide gab die von früheren Invaginationsfällen (MUFFS u. a.) bekannten ziehharmonika- bzw. rosettenartigen Bilder. Auch in den beiden Fällen von REISER und GURNIAK füllte sich die Scheide gut, doch war sie so kurz, dass sie in der Hauptsache den Tumor umschloss. Man hat zu beachten, dass ihre Invaginationsbilder wenigstens in der Hauptsache als Tumorbilder zu betrachten sind. Bei der Operation wurde zwar in beiden Fällen eine kurze Invagination mit einem Tumor als Leiter beobachtet, aber während des Einlaufes, als die Bilder aufgenommen wurden, können diese kurzen Invaginationsreponiert gewesen sein, soweit die anatomischen Verhältnisse es gestatteten. Diesen Eindruck gewinnt man vor allem in dem einen Falle, wenn man sieht, wie kurz die »Scheide« und wie klein der Abstand zwischen »Collum« und »Apex« ist. Wenn man ferner hört, dass ein zirkulärer stenosierender Tumor den Apex invaginati bildete, muss man ja annehmen, dass das verengte Lumen des Tumors, wenn nicht das ganze, so doch den grösseren Teil des »inneren Rohres« bildete. In dem andern Fall sind die anatomischen Verhältnisse wegen der schlechten Füllung des zuführenden Rohres weniger klar (siehe die Beschreibung in der Kasuistik), aber ich glaube, dass man auch hier gleiche Einwände erheben kann.

Gewöhnlich füllt sich das innere Rohr einer Invagination bei Einlauf nicht, um welche Invaginationsform es sich auch handeln mag. Dies beruht wohl in der Regel darauf, dass die Mündung eng ist und sich beim Einlauf ventilarig schliesst, wenn der Druck in der Scheide steigt. Von geringerer Bedeutung dürfte es sein, dass die Mündung ausserdem oft infolge Gefässstrangulation geschwollen ist und dass sie meist seitlich verschoben ist (infolge Straffung des invaginierten Mesenteriums). Ist ein Tumor der Leiter der Invagination, so handelt es sich gewöhnlich um einen gestielten Tumor, der nur an der einen Lippe der Mündung des inneren Rohrs befestigt ist und also den erwähnten Ventilmechanismus nicht hindert. Blos wenn die Mündung ganz oder in grossem Umfang von einem festen Tumor oder einer anderen Wandveränderung umgeben ist, so dass ein steifer, trichterförmiger Kanal gebildet wird, bestehen Voraussetzungen, dass man bei Einlauf das innere Rohr füllen kann. Offenbar ist es jedoch in der Regel leichter, das innere Rohr auf dem oberen Wege

zu füllen als auf dem unteren, weil im ersten Fall die Peristaltik des zuführenden Rohres, wenn der Inhalt des Tumors flüssig ist, oft leicht das Hindernis am Collum und in dem verengten inneren Rohr überwinden kann.

Sowohl in Foàs wie in meinem Fall war zu gewissen Zeiten eine tiefe Einziehung zwischen dem eigentlichen Invaginat und dem vorangehenden, mehr oder minder gestielten Tumor zu sehen. Wahrscheinlich kann die Peristaltik der Scheide gerade hier oral von dem festen Tumor diesen so stark ergreifen, dass er vorwärts gepresst wird, wobei er das zylindrische Invaginat nach sich zieht. Dieses wiederum kann wegen seiner Form und schlafferen Beschaffenheit nicht so leicht von der Peristaltik

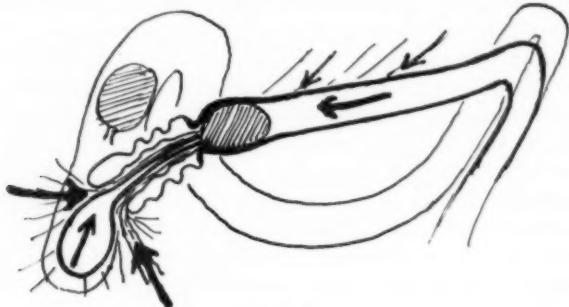


Fig. 25.

gefasst werden. Wenn die Wanderung des Tumors durch das sich straffende Mesenterium zum Stillstand gebracht ist, wird die peristaltische Welle hinter dem Tumor statt dessen dazu führen, dass die vor dem Tumor liegenden Colonteile in retrograder Richtung gezogen und über den Tumor gestülpt werden, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass der Tumor in nicht oder wenig fixierten Teilen des Colons liegt, vor allem im Colon transversum oder im Sigmoid. Wenn der Tumor von der Peristaltik der Scheide beeinflusst wird, entsteht also eine Straffung teils des invaginierten Mesenteriums und des zuführenden Darmrohrs, teils der aboral vom Tumor liegenden Colonteile und ihres Mesenteriums (siehe die Pfeile auf der beigefügten schematischen Zeichnung Fig. 25). Diese Straffung äussert sich darin, dass das innere Darmrohr in der Längsrichtung gestreckt ist und ein Lumen mit nur längsverlaufenden Schleimhautfalten hat, die im Querschnitt eine Sternfigur bilden, was leicht an Invaginationspräparaten zu beobachten ist. Auch auf Röntgenbildern kann man, wie in meinem Fall, diese längsgehenden Falten sehen. Das äussere und das mittlere Darmrohr dagegen sind dieser Straffung nicht ausgesetzt. An diesen beiden Rohren kann deshalb statt dessen eine starke Querfaltung entstehen, die bald bei dem einen, bald bei dem anderen ausgesprochener ist. Diese Faltung kann auf den Röntgenbildern in Gestalt

tiefer Wellen hervortreten und lässt sich ohne Durchleuchtung schwerlich von Peristaltik unterscheiden. Die Straffung aboral vom Invaginat konnte vielfach bei Palpation im Rectum nachgewiesen werden, wenn das Invaginat bis zu dessen oberem Teil reichte. Diese Straffung bewirkt auch bekanntlich ein Offnenstehen, eine Insuffizienz des Anus, die einen Einlauf erschweren kann. Liegt das Invaginat im Colon transversum, so kann die Straffung des Mesocolon transversum ein Hindernis für die Passage durch die Pars horizontalis inferior duodeni bilden und eine Erweiterung des Duodenums oral vom Hindernis herbeiführen (siehe Foàs Fall). In anderen Fällen kann ein ähnliches Passagehindernis im Duodenum durch Druck der Invagination entstehen, welch letztere sich bei ihrer Zunahme mehr und mehr dem Ansatz des Mesocolons an der hinteren Bauchwand nähert, der bekanntlich die retroperitoneal liegende Duodenalschlinge kreuzt. Ein solches Hindernis durch Druck oder Straffung hat schon Castronovo bei ileocoecaler Invagination nachgewiesen. Ist das Ligamentum gastrocolicum kurz, so kann offenbar auch ein Teil des Ventrikels tütenförmig in der Invagination zwischen dem inneren und mittleren Rohr gezogen werden und dadurch das Lumen des Magens in typischer Weise deformiert werden. Ein solcher Fall scheint noch nicht röntgenologisch beschrieben zu sein, ist aber wiederholt bei Operation und Sektion beobachtet worden.

Die Verkürzung des Colons infolge der Zunahme der Invagination und die Straffung, die sowohl oral wie aboral von der Invagination entsteht, können eine mehr oder minder starke Dislokation und Umformung des Colons herbeiführen; der Grad und die Art derselben wird teilweise durch die Lage und Ausdehnung der Invagination bestimmt, ferner durch die Fixation des Darmes und die Stärke der Peristaltik. Beginnt die Invagination im Colon ascendens und sind Coecum und Colon ascendens relativ frei, so können diese Teile stark nach oben und gegen die Mittellinie hin verschoben werden, wobei gleichzeitig die rechte Flexur verschwindet (siehe Foàs Bild der Passageuntersuchung). Die Dislokation dürfte alsdann bei Passageuntersuchung stärker hervortreten als bei Kontrasteinlauf, weil im letzteren Fall eine gewisse Desinvagination, d. h. Reposition, stattfindet. Beim Einlauf lag in Foàs Fall das Coecum an seiner normalen Stelle, aber die rechte Flexur war noch immer gesenkt und fast verschwunden. Auch in meinem Fall, wo die Invagination das Colon ascendens und transversum betraf, wurde die rechte Flexur beim Fortschreiten der Invagination mehr und mehr gesenkt und zum Verschwinden gebracht, während das Coecum im grossen und ganzen seine Lage beibehielt. Das Caput coeci zeigte jedoch eine geringe Verschiebung in kephaler Richtung aber dies beruhte mehr auf dem starken Kontraktionszustand des Coecums während der Zunahme der Invagination als auf einer wirklichen Dislokation desselben. Die Lage- und Formverände-

rungen, die bei einer Coloninvagination in dieser Gegend entstehen können, ergeben sich aus Figur 25.

Betrifft die Invagination den linken Teil des Colon transversum sowie das Colon descendens, so erfolgt eine Verkürzung und Streckung des Colon transversum und eine mehr oder minder ausgesprochene Senkung der Flexura lienalis, wie in KAREWSKIS oben beschriebenem Fall. Diese Senkung kann bei starker Fixation der Flexur sehr unbedeutend sein (BENASSIS Fall).

Durch eine Invagination wiederum, die im Colon sigmoideum beginnt, wird dieser Darmteil mehr und mehr verkürzt und ausgerichtet. Diese Invaginationsform zeigt erfahrungsgemäss (siehe u. a. WICHMANN) grosse Neigung zu Reposition, sowohl spontan wie bei Einlauf, was bei einer Röntgenuntersuchung zu beachten ist. Eine Sigmoideuminvagination kann also bei einer unvollständigen Röntgenuntersuchung leicht übersehen und nur ein Tumor im Sigmoideum angetroffen werden, wie in einem von SUSSMAN beschriebenen sicheren Invaginationsfall, wo der Apex invaginatus bisweilen im Rectum nachgewiesen werden konnte. Der die Invagination hervorrufende Tumor kann auch so klein sein, dass er bei starker Füllung des Darms ganz von dem Kontrast verdeckt wird, oder er erscheint bloss als ein zentraler skybalaartiger Füllungsdefekt. Besteht nach dem klinischen Bild Verdacht einer Invagination — Blutung und schmerhaftes Drängen in der linken Leistengegend und eventuell in der linken Flanke — so muss man damit rechnen, dass ein zentraler Füllungsdefekt im Sigmoideum ein polypöser Tumor ist, und die Untersuchung darauf richten, diese Frage zu klären. Man muss dann den Patienten den grössten Teil des Kontrastes entleeren lassen und von neuem photographieren, damit sich der Tumor deutlicher abzeichnet. Kann man auf diese Weise das Vorhandensein eines Tumors feststellen, soll man einige Bilder bei einer Gelegenheit aufnehmen, wo der Patient das schmerzhafte Drängen empfindet; dann hat man die grössten Aussichten, die Sigmoideuminvagination nachzuweisen. ROBERT DAHL, der einen lehrreichen Artikel über blutende Schleimhautpolypen im Colon und vor allem im Sigmoideum als Ursache schwer deutbarer Darmblutungen geschrieben hat, scheint anzunehmen, dass das erwähnte Drängen auch infolge der Straffung des Polypansatzes auftreten kann, die von der Peristaltik ausgeübt wird. Dass die Spannung dann, wie in seinem Fall, bis in die linke Flanke hinauf gefühlt werden kann, erscheint mir sehr schwerverständlich.

Gelegentlich, wenn auch sehr selten, erzeugen feste Skybala im Sigmoideum bis zu gewissem Grade invaginationsartige Bilder. Ein solcher Fall wird durch Fig. 26 veranschaulicht. Es handelte sich um einen Patienten mit klinischem Verdacht auf Invagination. Beim Kontrasteinlauf lag im oberen Teil des Rectum eine Skybalamasse, die in das Sig-

moideum gepresst und dort so eingekleilt wurde, dass ein bedeutendes Hindernis für den Einlauf entstand. Man sah anfangs einen zentralen zylindrischen Füllungsdefekt mit rundlichem, aber etwas ungleichmäsigem aboralem Ende, und es dauerte lange, bis Kontrast oralwärts von der Fäkalsäule gelangt war, so dass Invagination mit Sicherheit für ausgeschlossen erklärt werden konnte.

Nicht nur in SUSSMANS Fall von Invagination im Colon sigmoideum, sondern auch in Foås und meinem Fall, wo die Invagination im Colon transversum bzw. ascendens begann, erfolgte eine Desinvagination — spontan oder beim Einlauf. In meinem Fall waren die klinischen Symptome so unbedeutend, dass sie nicht einmal einen Verdacht auf Invagination weckten. Gerade die leichte Reponierbarkeit und der glückliche Umstand, dass sich die Invagination sogleich wieder bildete, wenn der grössere Teil des Einlaufs entleert wurde, bewirkten, dass alle Teile der Invagination nach dem Einlauf sichtbar wurden und dass eine exakte Diagnose ohne Kontrastpassage möglich war. Wenn sich die Scheide um das Invaginat kontrahierte oder von ihm aufgetrieben wurde, blieb nur eine unbedeutende Kontrastmenge zwischen diesem und der Scheide zurück, aber doch so viel, dass das Schleimhautrelief in der ganzen Scheide bis zum Hals sichtbar war, wo die Scheide mit einer querverlaufenden Grenze endete. Wenn die Invagination ihr Maximum erreicht und der Druck des Invaginats gegen die Scheide auf der konkaven medialen Seite der Invagination an und in der Nähe des Kragens stark zugenommen hatte, wurde fast aller Kontrast aus dieser Gegend fortgepresst. Auf den meisten Bildern wiederum war das Relief der ganzen Scheide reichlich und teilweise hirnwindungenartig und hatte auf vielen Bildern im grossen und ganzen dasselbe Aussehen wie das Relief des Colon ascendens und der rechten Colonflexur, wenn sich diese Teile nach Desinvagination kontrahierten. Jedoch wurden auch deutliche Ringfalten sichtbar, welche die bei den gewöhnlichen Ileocoecalinvaginationen so wohl bekannten Kontrastringe entstehen liessen. Diese waren am besten zu sehen, wenn die Invagination maximal war. Das Relief der breiten Scheide schien viel reicher zu sein als bei einem normalen Colonteil von entsprechendem Erweiterungsgrad. Man sah deshalb, dass ein abnormer Zustand vorlag, und dieser Eindruck wurde weiterhin durch



Fig. 26.

das glasige, durchsichtige Aussehen verstärkt, welches die Scheide aufwies, obgleich sie weder Gase noch sichtbare Skybala enthielt; es war daher leicht, den Schluss zu ziehen, dass sie eine zylindrische Masse mit ungefähr demselben Absorptionsvermögen wie ein leerer Darm enthalten musste.

Da das zuführende Colonrohr gut gefüllt blieb, trat deutlich die von Invaginationspräparaten wohlbekannte tabakbeutelartige Einschnürung am Collum hervor. Hier entstand eine trichterförmige Verengung des zuführenden Colonrohrs mit gegen das innere schmale Rohr konvergierenden Schleimhautfalten, und man sah diese konvergierenden Falten in die längsverlaufenden, dichtstehenden, parallelen Falten des inneren Rohres übergehen; man erhielt also ähnliche Bilder vom Lumen des inneren Rohres, wie man sie bisweilen bei chronischen ileocoecalen Invaginationen beobachtet hat, wo Passageuntersuchung vorgenommen werden konnte und das innere Rohr aus dem unteren Ileum bestand. Man konnte in meinem Fall ferner den vorangehenden obturierenden Tumor sehen. Um diesen zeigte die Scheide keine deutlichen Falten; die Struktur, welche man hier sah, war unregelmässig und machte den Eindruck, dass sie auf der unebenen Oberfläche des Tumors beruhte. Dass die Scheide gerade am Apex invaginata keine Faltenbildungen hat, sieht man oft an Invaginationspräparaten.

Die vor dem Invaginat liegenden Colonteile waren natürlich nach Entleerung des Kontrastes bedeutend schmäler als die Scheide, beim Einlauf dagegen wurden sie wieder ebenso weit oder etwas weiter als der Tumor. In keinem der sicheren, früher beschriebenen Fälle von reiner Coloninvagination ausser in dem von KAREWSKI füllte sich die Scheide so vollständig bis zum Kragen wie in meinem Fall. (Ich sehe hier von REISERS und GURNIAKS beiden unsichereren Fällen einer kurzen Invagination ab.) Auch in Foås Fall von reiner Coloninvagination füllte sich die Scheide gut, aber es blieb doch ein quergehender, breiter Füllungsdefekt zwischen dem durch Kontrastpassage ausgefüllten zuführenden Rohr und dem Kontrastzylinder, welcher der Scheide auf dem unteren Wege zugeführt wurde. Auch bei ileocoecalen Invaginationen hat man bisweilen bei Einlauf eine vollständige Füllung der Scheide erhalten, so in PANNERS Fall.

In Foås Fall zeigte sich, dass man bei nur einer Passageuntersuchung beweisende Bilder erhalten konnte; denn bei der Passage füllten sich sowohl das zuführende Colonrohr als Teile des inneren Rohres und ausserdem grosse Partien der Scheide. Dass die letztere so gut hervortrat, beruhte deutlich teilweise darauf, dass ein obturierender Tumor der Leiter des Invaginats war und dass die Invagination in der oralen Teilen des Colons sass, so dass das innere Rohr einen flüssigen Inhalt hinter dem vorangehenden Tumor entleerte. Anders kann sich die Sache gestalten,

wenn die Invagination, wie in BENASSIS Fall, den linken Teil des Colon transversum und das Colon descendens umfasst; dann kann der Inhalt schon in dem zuführenden Colonrohr eintrocknen; am Halse lag deshalb in B's Fall ein fester Skybalaball ohne charakteristisches Aussehen, wenn wir als solches nicht den zapfenförmigen Ausläufer betrachten wollen, den dieser Kontrastball gegen das innere Rohr hatte. Im inneren Rohr und in der Scheide war kein Inninhalt zu sehen. Solcher drang wegen des grossen obturierenden Tumors nicht einmal beim Einlauf ein.

#### B. Über die akuten Coloninvaginationen bei Kindern und über *Invaginatio coeco-colica.*

Obgleich ich nicht habe finden können, dass ein Fall von reiner Coloninvagination bei Kindern, akut oder chronisch, mit Röntgen diagnostiziert worden ist, und auch nicht selbst Gelegenheit gehabt habe, die Methode in diesen Fällen zu erproben, bin ich doch der Ansicht, dass eine exakte Diagnose nicht selten möglich ist, auch wenn es sich um eine akute Form handelt. Bisweilen dürfte es nämlich, wie es oft bei den ileocoecalen Invaginationen der Fall ist, möglich sein, durch Kontrasteinlauf unter Durchleuchtungskontrolle zu desinvaginieren und dabei die Lage und die Art der Invagination zu bestimmen. Dies dürfte leichter sein, wenn aborale als wenn orale Colonteile betroffen sind; denn im letzteren Falle, wo die Invagination im Colon ascendens sitzt, wird nach der Desinvagination die Differentialdiagnose zwischen Invaginatio colica und ileocoecalis Schwierigkeiten bereiten. Die letztere Form kann jedoch bisweilen auch nach einer Desinvagination an folgenden Symptomen erkannt werden, wie ich in einigen Fällen beobachtet habe: nach der Desinvagination kann eine tumorartige, geschwollene Valvula Bauhini, eine kleine Invaginatio coeco-colica oder ein geschwollenes und entzündetes unteres Ileum zurückbleiben. Es kann also wichtig sein, dass bei der Desinvagination auch das untere Ileum mit Kontrast gefüllt wird, was bei Kleinkindern bisweilen leicht ist. *Die invagierte Ileumschlinge zeigt sogleich nach der Desinvagination eine unregelmässige, gezähnte Kontur und ein relativ schmales Lumen, und zwar infolge der durchgemachten Strangulation.* Hiervon konnte ich mich in drei desinvaginierten Fällen von Invaginatio ileocoecalis überzeugen. Oral von dem strangulierten Gebiet hatte das Ileum dagegen ein normalweites Lumen, gleichmässige Konturen und normales Relief. In diesen Fällen lag kein starker Ileuszustand vor. Der strangulierte Ileumteil zeigte hier ein Aussehen, welches sehr an das der Ileumschlingen erinnerte, die in oder an einem abgekapselten intraperitonealen Abszess liegen. Die Differentialdiagnose gegenüber einem solchen ist natürlich leicht, wenn man bei der Durch-

leuchtung gesehen hat, dass eine Desinvagination erfolgt ist, und das klinische und röntgenologische Bild eines Bauchabszesses kennt.

Auch wenn ein Kontrasteinlauf keine exakte Diagnose gestattet, gibt er wohl in der Regel wichtige Aufschlüsse über die Invagination, denn der Einlauf dürfte wohl unter Voraussetzung richtiger Technik stets grössere oder kleinere Teile des Invaginats sichtbar machen.

Ganz sicher ist es schwerer, bei den akuten Coloninvaginationen von Kindern Kontrast in die Scheide zu pressen, als bei den chronischen von Erwachsenen, denn bei den ersteren ist offenbar der Platzmangel in der Scheide grösser. Wenig Aussicht dürfte ferner bestehen, zu erreichen, dass der Kontrast in das innere Rohr fliesst. Das Röntgenbild, welches die akute Coloninvagination bei Einlauf gibt, dürfte deshalb grosse Übereinstimmung mit den Bildern zeigen, die man in der Regel bei den ileo-coecalen Invaginationen erhält. Dagegen dürfte es sich gewöhnlich leicht von einer akuten Invaginatio ileocolica unterscheiden lassen, die wegen der schmaleren Beschaffenheit des Invaginats im allgemeinen eine bessere Füllung der Scheide ermöglicht, was vor allem EDBERG, sicher mit Recht, betont hat.

Bei einer akuten Coloninvagination wird auch eine Untersuchung ohne Kontrast Anhaltspunkte für die Diagnose geben können, wenn nämlich die oralen, nicht invaginierten Teile des Colons infolge ihres Gehaltes an Gas und Skybala sichtbar sind und wenn sich gleichzeitig Gas auch in den Dünndärmen befindet, was bekanntlich bei Kleinkindern gewöhnlich ist, auch wenn kein Dünndarmileus besteht. Man wird dann den Invaginationstumor gegen die Darmgase als einen homogenen Schatten sehen können, ebenso wie man es bisweilen bei ileocoecal Invagination kann (eigene Fälle). Ferner kann man dann sehen, ob die linke Flexur gesenkt ist, und eventuell auch die Verkürzung gewisser Colonteile oral oder aboral von der Invagination beobachten. Auf den Übersichtsbildern kann man auch freies Exsudat im Bauch und vor allem im Becken als Ausdruck der Gefässstrangulation nachweisen. Solche Bilder habe ich wiederholt bei ileocoecalen Invaginationen beobachtet, und solche muss man natürlich auch bei akuten Coloninvaginationen mit ausgesprochener Gefässstrangulation sehen können.

#### **Invaginatio coeco-colica**

Von den reinen Coloninvaginationen bei Kindern ist wahrscheinlich *Invaginatio coeco-colica* die gewöhnlichste. Man hat ihr jedoch in der Röntgenliteratur wenig Aufmerksamkeit geschenkt, was wenigstens teilweise damit zusammenhangt, dass diese sog. laterale Invagination oft unbedeutende oder schwer deutbare Symptome macht, solange die Invagination so klein ist, dass sie die Passage durch die Valvula Bauhini

nicht hindert. Zu einem wesentlichen Teil dürfte es auch darauf beruhen, dass sie bei kleinen Kindern am gewöhnlichsten ist, die keine nähere Auskunft über ihre Beschwerden geben können, und dass sie bei ihnen wegen der schwachen Fixation des Coecums oft in eine Invaginatio ileocoecalis übergeht. Gelegentlich bestehen ausgeprochenere entzündliche Symptome, die Operation unter Verdacht auf Appendizitis veranlassen. Die entzündliche Wandveränderung scheint in diesen Fällen in der einen oder anderen Weise die laterale Invagination verursacht zu haben; wie, darüber gehen die Ansichten auseinander. Man hat eine solche laterale Invagination meist am Caput coeci nach Desinvagination einer typischen ileocoecalen Invagination beobachtet und oft die Frage erörtert, ob sie als sekundär oder als primär in Verhältnis zur Invagination zu betrachten ist. Auf diese alte Streitfrage will ich hier nicht näher eingehen, sondern verweise — für meine eigenen Ansichten — auf meine Aufsätze in Acta radiologica, Vol. 13, 1932, Seite 362, und in Upsala Läkareförenings förhandlingar, Bd. 38, 1932. Dort wird die Theorie entwickelt, dass eine Invaginatio coeco-colica auch auf Grundlage einer intermittenden Einklemmung in einem offenstehenden Proc. vag. peritonei entstehen kann.

Ich selbst habe niemals eine echte Invaginatio coeco-colica röntgenologisch nachweisen können, obgleich ich seit über 10 Jahren meine Aufmerksamkeit auf diese Erkrankung richte. Oft sind dagegen die an Inv. coeco-colica erinnernden lateralen Einstülpungen beobachtet worden, die nach Appendixoperation mit Invaginierung des Appendixstumpfes entstehen. Diese polypartigen Gebilde haben bekanntlich nicht selten bei Kleinkindern mit beweglichem Coecum zu ileocoecalen Invaginationen geführt. Zweimal habe ich ferner bei Kindern mit Schmerzen in der Appendixgegend Pseudoinvaginationen in Form einer grossen Impression am Coecum beobachtet, die auf einem grossen Drüsenspaket in dem ileocoecal Winkel beruhte. Bei anderen Gelegenheiten wurden physiologische Einbuchtungen des Caput coeci infolge eines naheliegenden erweiterten Darmteils gefunden. In diesen Fällen hat die Differentialdiagnose keine Schwierigkeiten gemacht, wohl dagegen in den Drüsenvfällen, in denen man einen homogenen, nicht kalkdichten Schatten als Ursache der Impression sehen konnte, der sich eine Strecke medial vom Coecum fortsetzte.

### ZUSAMMENFASSUNG

Verf. beschreibt einen Fall von Invaginatio colica auf der Grundlage eines Tumors im Colon ascendens bei einem Manne. Die Invagination konnte leicht durch Einlauf reponiert werden, kehrte aber beim Ausfliessen des Kontrastes sogleich wieder. Bei einer solchen Gelegenheit wurden Serienbilder aufgenommen, die typische Stadien der Invagination zeigen und den Invaginationsmechanismus veranschaulichen. Die Invagination verlief nahezu symptomlos.

Verf. hat aus der Literatur 8 röntgenologisch untersuchte Fälle von reiner Coloninvagination bei Erwachsenen (alle auf Tumorbasis) gesammelt. Sowohl bei Kindern wie bei Erwachsenen ist diese Form selten; unter sämtlichen röntgenologisch untersuchten Invaginationsfällen des Verf. — 23 an der Zahl — befand sich nur der oben erwähnte Fall von Coloninvagination.

Bei Kindern ist die Inv. colica in der Regel akut, und für ihren Nachweis ist man neben Untersuchung ohne Kontrast auf Kontrasteinlauf beschränkt. Bei Erwachsenen wiederum ist sie oft chronisch, intermittenter oder subakut, wobei auch Kontrastpassage möglich ist, was eine exakte Diagnose erleichtert. Eine solche kann jedoch bisweilen auch bei Einlauf gestellt werden. Eine Untersuchung ohne Kontrast kann durch den Nachweis von Ileus, Tumor und freiem Exsudat im Bauch wertvoll sein.

Die Technik des Einlaufs sowie die Differentialdiagnose wird erörtert. Bei Desinvagination soll, wenn möglich, auch das Ileum gefüllt werden. Weist die letzte Ileumschlinge nach der Desinvagination röntgenologische Zeichen von Gefässstrangulation auf, so ist eine reine Invaginatio colica ausgeschlossen.

### SUMMARY

The author describes a case of intermittent colic intussusception, due to the presence of a tumor. Serial roentgenographs taken while the ensheathing was in progress illustrate the mechanism of the invagination. On the basis of eight cases from the literature and of his own observations the author discusses the roentgenological diagnosis of this rare form of colic intussusception in children and adults.

### RÉSUMÉ

L'auteur décrit une invagination colo-colique, causée par une tumeur. Radiographies en série de ce cas *in statu nascendi* illustrent le mécanisme de l'invagination.

De la littérature radiologique l'auteur a rassemblé 8 cas de cette rare invagination et discute les symptômes radioscopiques de celle-ci des enfants et des adultes.

### LITERATUR

- BRANDBERG, Acta chir. scand. 1932., S. 461.
- BENASSI, Minerva medica. 1928, S. 244.
- CASTRONOVO, La radiologia med. 1929.
- DAHL, R., Svenska Läkartidningen, Nr. 43, 1932.
- EDBERG, Acta rad. Vol. 11, 1930.
- FOL, La radiologia med. 1931, S. 887.
- FRUCHAUD ET PEIGNAUX, Bull. Soc. nat. Chir. Paris, 57.
- GUEULLETTE, Thèse de Paris. 1925.
- JONAS, Presse méd. 1926.
- KAREWSKI, Deutsch. med. W. 1921, S. 990.
- KASEMEYER, D. Zeitschr. f. Chir. Bd. 118.

LAURELL, Acta rad. 1932, S. 362.  
—, Upsala Läkareförenings förhandl. Bd. 38, 1932.  
MUFF, Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 118, 1920.  
PANNER, Acta rad. Vol. 7, 1926.  
POSSATI, La radiol. med. 1927, S. 1028.  
REISER und GURNIAK, Fortschr. d. R-str. Bd. 36, 1927, S. 359.  
SUSSMAN, Amer. J. of Roentgenology. 1932, S. 373.  
THOMPSON, The Brit. med. J. 1924, S. 858.  
WEISS, cit. WILMS.  
WICHMANN, Nordiskt med. Arkiv. 1903.  
WILMS, Deutsche Chir. L 46 g, 1932.



(DE L'INSTITUT CENTRAL DE RADIOLOGIE, DIR. DR. R. GILBERT, CH. DE COURS,  
HÔPITAL CANTONAL DE GENÈVE)

## OSTÉOMYÉLOGRAPHIE EXPÉRIMENTALE PAR VOIE ENDOVEINEUSE<sup>1</sup>\*

par

S. Kadrnka

(*Tabulae XVI—XVII*)

La pathologie de l'os et celle de la moelle osseuse se confondent souvent du fait de leurs rapports intimes, bien qu'au point de vue fonctionnel il s'agisse de 2 organes différents. Alors qu'à l'os il incombe un rôle purement mécanique, la moelle osseuse — organe le plus développé de l'organisme, dépassant même la masse du foie — possède des fonctions multiples et variées: parenchyme proprement dit avec l'hématopoïèse, stroma vascularisé avec son pouvoir de filtration du sang (appareil endothélio-réticulaire), follicules lymphatiques, moelle adipeuse comme dépôt du matériel chimique et son rôle mécanique, l'endoste avec son pouvoir fibroplastique, ostéoplastique et ostéoclasique. Mais si la moelle occupe un chapitre étendu de la physiopathologie, une grande partie reste encore obscure, ce qui n'est pas étonnant, si l'on pense aux moyens limités d'investigation clinique d'un tissu si profondément caché dans les innombrables et inaccessibles espaces médullaires. Si l'hématologie nous renseigne indirectement sur l'état des éléments hématopoïétiques, la radiographie simple nous donne la possibilité d'étudier la structure de l'os et d'envisager parfois une atteinte de la moelle; nombreux sont pourtant les états pathologiques qui nous échappent à moins qu'on ne puisse recourir à l'examen histologique après prélèvement d'une parcelle de la moelle.

A l'occasion de nos recherches expérimentales d'opacification de la rate et du foie par les rayons Roentgen, par injection intraveineuse d'un

<sup>1</sup> D'après la *Communication* faite au *Congrès des orthopédistes yougoslaves et tchécoslovaques* du 3 au 4 octobre 1932 à Zagreb, dans *Slovanski Sbornik Ortopedicky* (Brno-Zagreb).

\* Remis à la Rédaction le 28. XII. 1932.

colloïde opaque (le thorotраст), nous avons aussi réussi à voir la moelle osseuse à l'écran. L'ostéomyéographie, nouvelle méthode radiologique d'investigation, promet d'élargir la sémiologie clinique de la moelle osseuse; cela nous a incité à poursuivre les recherches, que nous avons entreprises depuis bientôt 2 ans. Voici, dans les grandes lignes, les résultats acquis à ce jour.

Avec la rate et le foie, la *moelle osseuse* forme une triade d'organes dont le stroma — par la vertu pexique des cellules endothéliales et réticulaires — possède la propriété de *filtrer le sang* (ASKANAZY) et d'en extraire les substances en suspension grossière ou fine, mais ayant tendance à former des agrégats; il en est ainsi des particules de charbon, des pigments endogènes, etc. qui ne peuvent pas être éliminés de l'organisme par la «fonction du parenchyme» (cellules hépatiques, cellules rénales, etc.) comme c'est le cas pour les cristalloïdes par ex. pour l'uroselectan, le bleu de méthylène, etc. En introduisant dans le torrent circulatoire une suspension colloïdale d'un *sel de thorium* (thorotраст), les *particules insolubles* sont retenues immédiatement par les *cellules endothéliales* des capillaires sanguins, au niveau de la rate et de la moelle osseuse, de même que par les cellules stellaires de KUPFFER du foie. Peu de temps après le passage endothérial, le thorium s'accumule dans les *cellules réticulaires* où on les reconnaît généralement sous forme de granulations protoplasmatisques grises réfringentes, ou encore sous forme de gouttelettes hyalines qui se teintent légèrement par les colorants nucléaires. A mesure que les cellules réticulaires se chargent de granulations, elles ont tendance à devenir grosses et sphériques; elles se groupent alors souvent en amas, ce que nous avons observé avec R. JUNET et décrit avec J. ROSSIER pour la rate et le foie. Lorsque les doses ne dépassent pas 50 cc de thorotраст par kilo, les noyaux sont bien conservés; avec des doses plus fortes, ils ont la tendance à pâlir et à disparaître. Le *tissu hématopoïétique* est peu influencé par les doses relativement petites, et ce n'est qu'au voisinage de 50 cc par kilo, qu'on peut voir des signes de réaction mégacaryocytaire, comme cela se voit dans certaines leucocytes. A remarquer que les mégacaryocytes ne se chargent pas de granulations de thorium. A la dose de 100 cc par kilo toute la moelle est bourrée de cellules à thorotраст sans noyaux.

Le produit en question est très opaque aux rayons Roentgen et de ce fait son introduction dans la circulation sanguine est suivie d'*opacification*, visible à l'écran, des »organes filtres» du sang; l'opacification de la moelle osseuse est celle qui nous intéresse ici. Alors que, par rapport à l'unité de masse, le parenchyme splénique montre l'activité pexique la plus considérable, la moelle exigera, pour être vue, une dose opacifiante plus élevée.

*A la radiographie* la moelle osseuse se manifeste sous forme d'un voile régulier constitué par de très fines granulations; l'opacité se rapproche

de celle de la corticale; elle en est séparée par un espace linéaire clair, bien visible sur les os longs de l'animal. Pour opacifier la moelle du fémur d'un lapin, il faut une dose de 5 cc par kilo de thorotrust; elle sera légèrement supérieure pour un os de calibre plus petit et moindre par contre pour un autre d'épaisseur plus grande. Le degré d'opacité dépend, en plus de la dose du colloïde opaque, de l'épaisseur de la couche médullaire à opacifier, ce qui fait espérer que la dose opacifiante, chez l'homme, sera plus petite, si la méthode peut lui être appliquée par la suite. En faisant varier la dose, on arrive à opacifier les espaces médullaires de tous les os du squelette, aussi bien les diaphyses que les épiphyses; à la dose expérimentale de 100 cc par kilo, l'opacité devient comparable à celle d'une plaque métallique.

T e c h n i q u e. Le choix du colloïde opaque, et son mode d'administration, jouent un rôle de première importance.

a) *Choix du colloïde opaque.* Plusieurs produits similaires à base de dioxyde de thorium colloïdal existent aujourd'hui sur le marché, mais ils se distinguent entre eux par leurs propriétés physiques. L'umbra-thor, le collothor, le diagnothorine, le tordiol, etc., conviennent pour l'examen radiologique de la muqueuse du gros intestin; du fait de leur charge positive, ils précipitent au contact d'un liquide ou d'un milieu organique (charge négative des électrolytes et des biocolloïdes de la couche sécrétoire de la surface muqueuse du côlon), ce qui s'oppose à leur emploi par voie endoveineuse (danger de choc, d'embolies capillaires, etc.). Le seul produit qui s'y prête actuellement, sans courir le risque de précipitation, est le thorotrust, un thorium-hydroxyd-sol à 25 % stabilisé par un antifloculant à base de glucose. Ce produit, destiné d'abord à la pyélographie rétrograde, fut expérimenté par nous, par voie endoveineuse, et c'est celui que nous employons dans notre méthode clinique d'hépatosplénographie.

b) *Technique d'administration.* Le thorotrust est pratiquement insoluble et, de ce fait, dépourvu de toxicité dans le sens pharmacologique du mot; quant à sa radioactivité, elle paraît négligeable comme nous l'avons indiqué déjà ailleurs. Introduit dans l'organisme par voie endoveineuse, il engendre, du fait de ses propriétés physiques, une réaction de contact dont la plus haute expression clinique est le phénomène de choc dit colloïdal. Les phénomènes de choc hémoclasique (LAMBIN), l'hémoglobinurie décrite par OKA et observée par nous-mêmes avec J. ROSSIER, etc., en sont de petites manifestations. La dose opacifiante est administrée par petites fractions progressivement croissantes, en observant les mêmes principes techniques que dans notre procédé d'hépatosplénographie. S'il est possible d'injecter la dose de 5 cc par kilo sans grands inconvénients apparents, même en 2 injections seulement,

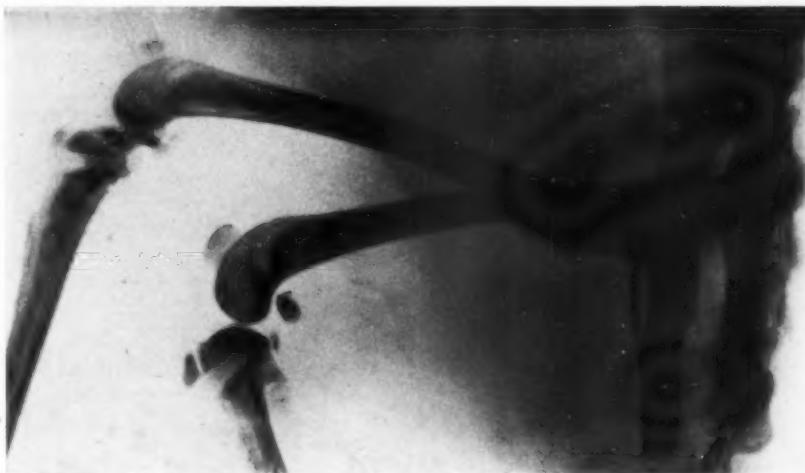


Fig. 1. *Ostéomyélographie endocrineuse chez Lapin: extrémités inférieures (de profil).* La moelle osseuse apparaît sous forme d'un voile régulier à granulations fines, dont l'opacité atteint celle de la corticale; moelle et corticale sont séparées par un espace linéaire clair.

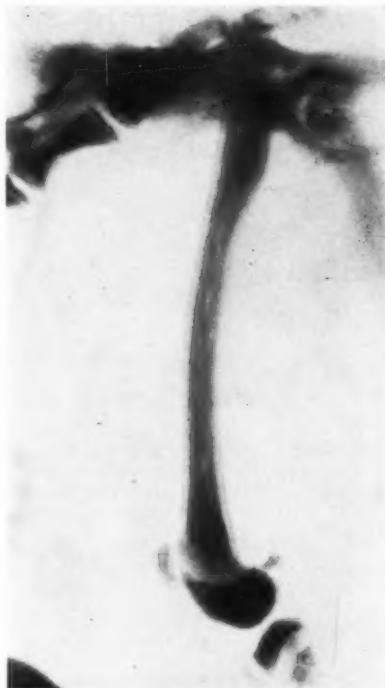


Fig. 2. *Ostéomyélographie avec la double dose de thorotrust: fémur, bassin et quelques vertèbres (de profil).* Le rayonnement étant plus dur, la dose de thorotrust étant plus élevée, les parties molles du lapin ne sont plus visibles et les détails de la moelle ressortent avec plus de netteté.



Fig. 4. *Radiographie de l'extrémité inférieure chez Lapin, sans injection de thorotrust, par opposition aux figures 1—3.*



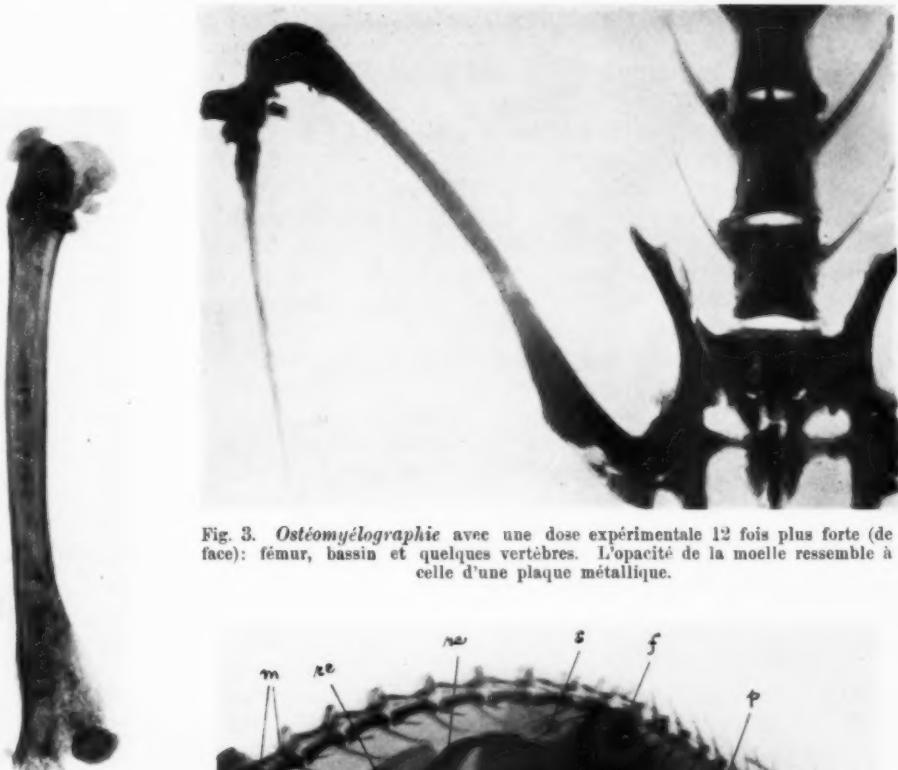


Fig. 3. *Ostéomyélographie* avec une dose expérimentale 12 fois plus forte (de face): fémur, bassin et quelques vertèbres. L'opacité de la moelle ressemble à celle d'une plaque métallique.

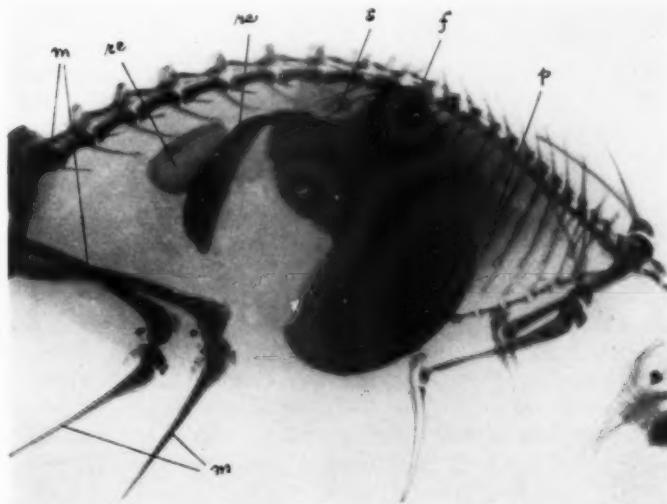


Fig. 5.  
Radiographie du fémur de lapin dans la phase d'élimination du thorium: la moelle osseuse est représentée par un voile irrégulier, à granulations de grandeur variable, ayant tendance à s'agglomérer (3<sup>e</sup> phase de filtration du sang).

Fig. 6. Opacification de la rate (ra), du foie (f), de la moelle osseuse (m) du squelette entier, des reins (re), des poumons (p) et des surrenales (s), au moyen d'injection intraveineuse de thorotраст (lapin).





nous fractionnons cependant cette dose dans la règle, en 8 à 12 doses partielles, en ayant soin de ne commencer que par de très petites fractions. Pour augmenter encore la sécurité vis-à-vis du choc et la production des lésions histologiquement constatables (voir plus loin), nous diluons le thorotrust dans 5 à 10 fois son volume de sérum glucosé.

Une dose de thorotrust s'approchant de 8 cc par kilo, injectée en une seule fois, de façon rapide et sans dilution préalable, provoque facilement chez l'animal un choc mortel. L'autopsie pratiquée dans ces cas nous permet de faire les constatations suivantes: embolies capillaires des poumons, visibles sur l'image radiologique du fait de la présence du thorium; hémorragies abdominales avec formation d'hématomes également opaques aux rayons roentgen; nécroses souvent étendues de la rate; et au niveau du foie, phénomènes comparables à ceux décrits par HUGUENIN, NEMOURS-AUGUSTE et ALBO, sous le nom de «clarification des cellules hépatiques».

Au point de vue *tolérance*, signalons que les animaux peuvent supporter des quantités même considérables de thorotrust, si elles sont administrées avec une bonne technique. Des animaux jeunes, ayant reçu les multiples de la dose opacifiante pour la moelle osseuse, ont pu parachever leur croissance, des femelles mettre bas à plusieurs reprises des petits vivants, dans des conditions physiologiques. Nous avons actuellement des animaux injectés qui survivent depuis 2 ans.

Le passage du thorium du torrent circulatoire à l'endothèle et de l'endothèle au réticulum constitue les deux premières phases de la filtration sanguine par fonction du stroma, d'après la conception d'ASKANAZY. Ce passage s'accomplit rapidement, de telle sorte que les granulations du thorium se retrouvent dans le protoplasme des cellules réticulaires quelques heures déjà après administration endoveineuse. La fixation du thorium au niveau de l'appareil réticulaire est la base de la méthode radiologique, et, avec J. ROSSIER et R. JUNET, nous sommes les premiers qui l'avons mis en évidence. Ces données ont été vérifiées récemment par plusieurs auteurs (ANDERS, BLASS, BUCHNER, KLEIN, LAMBIN, LEITNER, RANNERATH, SCHLESINGER); cependant aucun d'eux n'a donné d'indication sur le *sorit ultérieur du thorium fixé dans les cellules réticulaires*. Il s'agit là d'une question de première importance, car si nous ne pouvons pas déceler microscopiquement des lésions immédiates, on ne peut pas affirmer que celles-ci ne puissent apparaître à la longue, si la substance restait indéfiniment sur place comme le croient ANDERS et LEITNER. Heureusement il n'en est pas ainsi; les granulations de thorium continuent à migrer, ainsi que nous l'avons démontré avec R. JUNET au Congrès Annuel de la Société Suisse de Radiologie (juin 1932) et à la Société de Biologie médicale Suisse (août 1932). Plusieurs mois après l'injection, mais avec beaucoup plus de netteté entre 12 et 18 mois

après l'injection, nous avons constaté que les *cellules à granulations de thorium* avaient modifié leur disposition topographique et qu'elles s'ac-cumulaient en amas, dans les follicules lymphatiques de la moelle. Le réticulum a abandonné les granulations insolubles de thorium à l'appareil lymphatique, la filtration sanguine par fonction du stroma a achevé sa 3<sup>ème</sup> phase. Ce balayage du stroma par les lymphatiques,<sup>1</sup> constaté également au niveau de la rate, du foie et des poumons, est reconnaissable sur les clichées radiologiques, du fait de l'accumulation du thorium dans les nodules lymphatiques; au niveau de la moelle, ces derniers s'ag-glomèrent aux capillaires artériels (ASKANAZY). L'accomplissement du travail du *filtre primaire* du sang (appareil endothélio-réticulaire) d'une part, et du *filtre secondaire* (ici appareil lymphatique) d'autre part, sont nettement séparés dans l'espace et dans le temps. Le fait que le filtre lymphatique n'entre en action que secondairement, après que le filtre du sang ait achevé son travail et lui ait abandonné les particules insolu-bles, est conforme à la théorie d'ASKANAZY et de son école (Genève), et s'oppose à la théorie classique d'ASCHOFF (école de Fribourg i./B.) qui place les deux groupes, fonctionnellement distincts, dans la même caté-gorie: celle du *système dit réticulo-endothélial*.

Avec une dose dépassant 10 à 12 cc de thorotраст par kilo et conjointe-ment avec la 3<sup>ème</sup> phase de la filtration, on observe la *formation* de grosses cellules sphériques à granulations de thorium contenant à la périphérie une quantité de noyaux groupés en forme de croissants. Il s'agit là de *cellules géantes à corps étrangers* que nous avons observées avec R. JUNET également au niveau de la rate et du foie, et qui signifient, de la part de l'organisme, un gros effort de résorption.

La connaissance de la migration des cellules chargées de granulations, du réticulum vers les lymphatiques, ne nous renseigne cependant pas encore sur le *sort final du thorium*, bien que nos expériences s'étalent déjà sur 2 ans d'observation et que le nombre d'animaux examinés dépasse 80. Le thorium reste-t-il définitivement dans les nodules lymphatiques et les ganglions régionaux, ou continue-t-il son chemin à travers les collec-teurs centripètes vers la grande circulation pour revenir aux »organes filtres» du sang? Nous ne sommes pas encore fixés sur ce point. Cependant nous avons des raisons d'envisager ce dernier mécanisme,

<sup>1</sup> Note au moment des corrections: Nous avons pris récemment connaissance des publications de TH. NAEGELI-A. LAUCHE (Befunde an Leber und Milz eines über 2 Jahre beobachteten mit Thoriumdioxydol gespritzten Hundes, Sitz. Niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilk. Bonn, 4. Juli 1932, Kl. Wochenschr. 3. Dec. 1932, 11/49, p. 2029) et de P. LAMBIN (Effets tardifs des injections de dioxyde de thorium, Séance du 24 sept. 1932 de la Soc. belge de biol. dans Comptes rendus des séances Soc. de biol., Paris, Tome CXI, p. 225). Les résultats de leurs recherches confirment nos commu-nications antérieures selon lesquelles le thorium se déplace dans les voies lymphatiques.

mais alors la question se pose de savoir si le cycle se répète indéfiniment ou — ce qui nous paraît plus probable — si à chaque passage dans les «organes filtres» la partie de thorium entre temps solubilisée s'élimine.

Avec J. ROSSIER, nous avons démontré qu'*une partie du thorium quitte l'organisme par voie bronchique*; les cellules épithéliales se chargent de granulations et desquamant en partie dans les alvéoles pulmonaires. Cependant il ne s'agit là que d'une fraction de thorium pulmonaire, l'autre

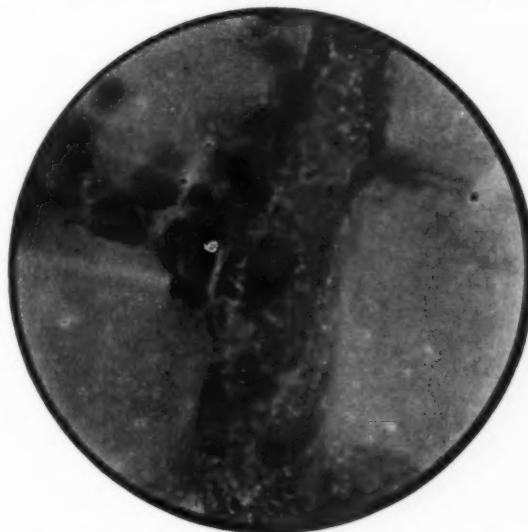


Fig. 7. Microphotographie de la moelle osseuse (fort grossissement) dans la 1<sup>re</sup> phase et la 2<sup>me</sup> phase de la filtration du sang. Nombreuses cellules endothéliales chargées de granulations de thorium, la plupart vues de profil (un capillaire sanguin traverse la coupe verticalement). Quelques cellules réticulaires chargées de granulations de thorium, à gauche du capillaire (fragment d'une travée réticulaire). (Coupe due à la collaboration de R. JUNET, Inst. Pathol. de l'Univ., Dir. Prof. A. ASKANAZY).

s'achemine vers les nodules lymphatiques péri-bronchiques. Mais cette apparition du thorium dans les poumons n'a été constaté par nous qu'après l'administration de doses élevées ou dans certaines conditions spéciales. On en peut dire autant pour ce qui est de l'apparition de granulations de thorium au niveau des cellules hépatiques et au niveau des cellules endothéliales des glomérules rénaux. Nos recherches, faites avec E. MARTIN, d'une voie d'élimination du thorium par les émonctoires et les excréptions, n'ont pas été probantes jusqu'à ces jours, les méthodes chimiques actuelles étant trop peu sensibles. Pourtant l'élimination définitive au dehors de l'organisme est une hypothèse physiologique; elle est admise par SANS AMEL, qui envisage la cellule hépatique comme lieu

d'élimination. Notre constatation de l'accumulation du thorium au niveau des reins est interprétée par SCHLESINGER comme une preuve. L'existence de cellules à noyaux multiples avec, fréquemment, au centre, des vacuoles claires dépourvues de granulations, d'une part, et de gouttes hyalines (combinaison de thorium avec de l'albumine?) entre les granulations réfringentes, d'autre part, nous font soupçonner la tendance de l'organisme à la solubilisation du thorium.

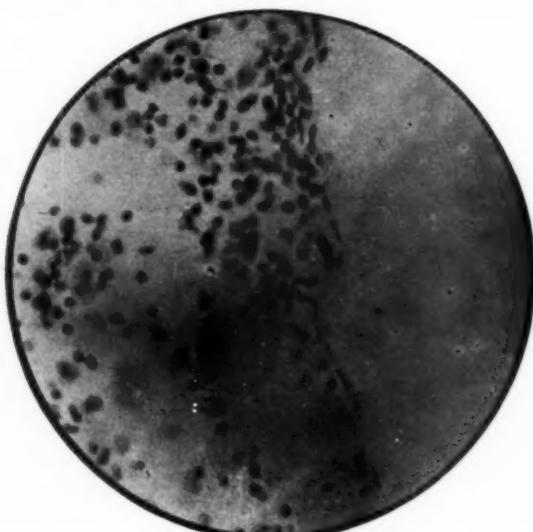


Fig. 8. Microphotographie de la moelle ossense (fort grossissement) dans la 3<sup>me</sup> phase de la filtration du sang. Accumulation des nombreuses granulations de thorium dans un follicule lymphatique. (Coupe due à la collaboration de R. JUNET, Inst. Pathol. de l'Univ., Dir. Prof. A. ASKANAZY).

Par les données objectives, que nous possédons actuellement, nous sommes à même d'admettre, qu'il se fait dans l'organisme une solubilisation continue de thorium, mais ce processus se fait si lentement que les quantités éliminées (filtre du parenchyme) ne peuvent pas être mises en évidence avec les méthodes de dosage actuelles. Quant à la partie du thorium qui n'est pas encore solubilisée, elle est mise sur des «voies de garage». Ce thorium se déplace vers le réticulum, les lymphatiques, la grande circulation, les organes filtres, au fur et à mesure de sa solubilisation pour être finalement éliminé après un nombre indéterminé de cycles de passage.

L'estémyélographie n'est pas applicable actuellement en clinique humaine, en raison de l'incertitude qui règne au sujet du sort final du tho-

rium dans l'organisme et de la nécessité de recourir à des doses opacifiantes relativement élevées (7.5 fois plus grandes que pour l'hépatosplénographie). C'est notre avis, bien que BLASS se croie autorisé à commencer des essais sur des cancéreux incurables.

Il est difficile de déterminer dès maintenant les possibilités diagnostiques de cette méthode directe d'examen de la moelle osseuse (par oppos. à la méthode sanglante) et d'exploration de son appareil endothélio-réticulaire. Bien qu'elle soit limitée actuellement au domaine du laboratoire, elle nous renseigne déjà cependant sur de nombreux problèmes biologiques, notamment sur des problèmes de physiopathologie.

Nous visons ici une série d'états pathologiques dans lesquels la moelle se trouve directement intéressée du fait de l'atteinte de l'appareil réticulaire, et dans lesquels la physiopathogénèse reste encore obscure. La maladie de Gaucher, dans laquelle par suite d'une tare familiale et à la suite d'un métabolisme défectueux, les cérebrosides s'accumulent dans les cellules réticulaires à tel point qu'ils finissent par créer une hépatosplénomégalie, l'atrophie des éléments de la moelle hématopoïétique et des troubles osseux graves allant jusqu'à provoquer des fractures spontanées. La maladie de Pick-Niemann où les dépôts de phosphatides s'accumulent dans les cellules réticulaires et la maladie de Christian-Schüler (accumulation de certains lipoides). Des observations semblables ont du reste été faites chez certains diabétiques avec lipémie. Mais l'importance du tissu réticulaire semble résider surtout dans la défense de l'organisme vis-à-vis des agents infectieux, ou autres, et la cellule géante de Langhans dans la tuberculose, la cellule de Sternberg dans la lymphogranulomatose, etc. n'en sont-elles pas le témoignage?

Possédant une méthode qui nous permette d'examiner l'appareil réticulaire, nous nous sommes intéressés au comportement de la moelle osseuse dans les anémies graves. Nous avons provoqué dans ce but des anémies expérimentales, en administrant quotidiennement aux animaux pendant 3 à 4 mois des poisons spécifiques du sang (benzol, phénylhydrazine, saponine, etc.). Conformément aux recherches modernes, nous avons obtenu ainsi des anémies secondaires caractéristiques (A. v. DOMARUS, UKO, etc.), qui se différencient de l'anémie du type Biermer. Malgré l'intoxication chronique du sang et l'action prolongée qui en résulte sur les éléments de la moelle, la fonction du stroma (appareil endothélio-réticulaire) n'a pas été affecté; la fixation du thorium s'est faite normalement, de la même façon que chez les animaux témoins.

Actuellement nos recherches tendent à abaisser la dose opacifiante aux rayons Roentgen et à obtenir une élimination plus rapide du produit opaque au dehors de l'organisme.

Tout au début, partis de l'idée du prétendu blocage du système dit réticulo-endothélial, nous avons injecté par voie endoveineuse divers produits colloïdaux (encre de chine, bleu pyrrol, carmin lithyné, divers hydrosols métalliques, etc.) soit avant, soit après administration du thorotrust; mais l'opacification n'en a été nullement modifiée (intensité, horaire). Il ne nous a pas été possible de constater ce prétendu blocage, même à l'emploi de doses énormes de l'ordre de 100 cc de thorotrust.

par kilo de poids d'animal, ou encore de 65 gr de bleu de pyrrol à 10 % (par doses fractionnées) chez un animal de 2,000 gr. Il s'avère ainsi impossible de «bloquer» avec un colloïde un des «organes filtres» du sang (rate, foie) pour obtenir dans la suite l'opacification d'un autre «organe filtre» (moelle osseuse) d'emblée et avec une dose moindre qu'habituellement. Il en est de même pour la mobilisation plus précoce du thorium accumulé dans les cellules réticulaires.

Par contre, en soumettant avec R. GILBERT, les «organes filtres» de lapins injectés préalablement avec du thorotrust, à *l'irradiation par des rayons Roentgen*, dans le but d'examiner l'influence de la présence du thorium sur les processus radiobiologiques, nous avons obtenu avec R. JUNET la 3<sup>ème</sup> phase de la filtration (phase de filtration lymphatique) au bout de quelques jours déjà. Cette possibilité de *mobilisation précoce* et artificielle est d'importance capitale au point de vue de l'avenir de la méthode (*élimination*). Elle éclaire aussi dans une certaine mesure le *mécanisme de l'action antiphlogistique des rayons Roentgen*.

### Conclusions

Poursuivant ses travaux expérimentaux concernant l'opacification radiologique des organes profonds au moyen d'injection d'un colloïde opaque (voir *Acta Radiologica XII/4*, p. 363), l'auteur rapporte les résultats intéressants particulièrement la pathologie et la clinique de l'appareil locomoteur. Au moyen d'injections intraveineuses de thorotrust (colloïde à base de dioxyde de thorium, stabilisé contre la flocculation), l'auteur obtient sur l'image radiologique l'opacification non seulement de la rate, du foie et des quelques autres organes (placenta, reins, poumons, surrénales), mais aussi de la moelle osseuse. Introduites dans la circulation sanguine, les particules de thorium ne peuvent pas être éliminées au dehors de l'organisme par la fonction parenchymateuse d'un organe «filtre du sang» comme cela est le cas pour les cristalloïdes: ainsi l'uropélectan est filtré par la fonction du parenchyme rénal. Du fait de leur suspension colloïdale, ces particules sont filtrées par la fonction du stroma de la rate, du foie et de la moelle osseuse en 3 phases distinctes (ASKANAZY). Dans la première, dont la durée est très courte, les cellules endothéliales des capillaires sanguins retiennent les particules du thorium; dans la seconde, qui dure pendant des mois, ces dernières s'accumulent dans les cellules réticulaires, où on les reconnaît au microscope dans le protoplasme des cellules sous 2 formes: granulations réfringentes et gouttelettes hyalines. Cette fixation du thorium au niveau des cellules réticulaires permet l'opacification de l'organe en question.

Sur l'image radiologique, la moelle osseuse est mise en évidence par un voile régulier de très fines granulations, dont l'opacité se rapproche de celle de la corticale. Le choix de la substance opaque et la technique d'administration sont d'importance. Il faut une dose de 5 cc de thorotраст par kilo pour opacifier le fémur d'un lapin; l'auteur l'administre par petites fractions pendant plusieurs jours après dilution préalable dans du sérum glucosé. La tolérance est bonne, pour autant que la technique ait été correcte; dans le cas contraire divers phénomènes (embolies capillaires des poumons, hémorragies abdominales, nécrose de la rate, etc.) sont observés, qui se rapprochent de ceux survenant après administration d'autres colloïdes (choc).

Dans la troisième phase de la filtration le thorium s'accumule dans les nodules lymphatiques et s'élimine au dehors de l'organe. A part ce nettoyage par les lymphatiques (filtre lymphatique), l'auteur parle aussi de l'effort de l'organisme à solubiliser le thorium, entre autre par la formation des cellules géantes à corps étrangers ainsi que de l'élimination d'une partie du thorium au dehors de l'organisme par voies bronchiques. En ce qui concerne l'élimination du thorium hors de l'organisme, l'auteur arrive à une conclusion provisoire: Les particules de thorium (au moins la majeure partie) ne pouvant pas être filtrées immédiatement par la fonction du parenchyme (élimination hors de l'organisme), le sont par la fonction du stroma (appareil endothélio-réticulaire) qui joue en quelque sorte le rôle de »voie de garage». De là, le thorium se rend au fur et à mesure dans la circulation sanguine par la voie lymphatique, pour subir une nouvelle filtration. Ce processus irait de pair avec celui par lequel l'organisme tend à transformer le thorium de l'état insoluble en une combinaison soluble.

La nécessité d'employer des doses relativement élevées ainsi que la question de l'élimination du thorium au dehors de l'organisme qui n'est pas encore définitivement résolue, font que cette méthode n'est pas encore employée en clinique humaine. Il est prématuré de vouloir dès maintenant envisager les possibilités diagnostiques. Bien qu'encore limitée au domaine du laboratoire, elle nous fournit déjà des indications concernant de nombreux problèmes, notamment physiopathologiques et biologiques. Pour terminer, l'auteur donne un aperçu des travaux en cours et il fait mention de la possibilité d'accélérer le processus de filtration au moyen d'irradiations par les rayons Roentgen.

## RÉSUMÉ

A la suite de ses recherches antér. concernant l'*opacification radiol.* des organes profonds au moyen d'*injection intrav.* de *thorotраст*, l'auteur apporte les résultats acquis intéressant la *moelle osseuse*. Le th. est soustrait de la circul. sang. par *fonc-*

*tion du stroma de la moelle osseuse, de la même façon qu'aux niveaux de la rate et du foie (filtre du sang d'ASKANAZY). Fixé par l'endothèle (1ère phase) le th. passe rapidement dans le réticulum (2ème phase) où il persiste pendant longtemps. Sur l'image radiol. il en résulte l'opacification de la moelle sous forme d'un voile homogène de granulations très fines et égales. Ultérieurement les cell. à th. s'accumulent dans des amas lymphatiques — périvasculaire — d'où elle sont transportées au dehors de l'organe (3ème phase). L'aspect radiol. est alors modifié et le réseau montre des granulations inégales irrégulièrement disposées. Vue l'importance de la dose opacifiante — 5 cc par kg. — et celle de la question encore non résolue de l'élimination, la méthode ne peut pas être appliquée à l'homme. Description de la technique et discussion des problèmes biol. physio-pathol. L'accélération de l'élimination au moyen d'irradiations par les r. Roentgen est envisagée.*

### SUMMARY

In continuation of his earlier experiments with opacification of deep-seated organs by intravenous injection of thorotrust (*Acta Radiol.* 1931, XII/4. p. 369), the author reports his results as regards the bone-marrow. As in the case of the spleen and liver, it is the stroma of the marrow that extracts the thorotrust from the blood stream (ASKANAZY's blood filtrate). Arrested by the endothelium (1st phase), the thorotrust rapidly passes into the reticulum (2nd phase), where it remains for a long time. In the roentgenological picture, the opacification of the marrow therefore appears as a homogeneous veil of very fine granulations of uniform size. Later, the thorotrust cells accumulate into perivascular, lymphatic heaps, whence they pass outside the organ (3rd phase). The roentgenological picture then changes, the reticulum showing granulations of unequal size and irregularly disposed. Owing to the magnitude of the dose — 5 c. c. per kilogram — and the fact that the problem of the thorotrust's elimination has not as yet been solved, the method cannot be used in dealing with human subjects. The author describes his technic, and discusses the biological and physio-pathological problems; and expresses the opinion that the elimination may be accelerated by irradiation with roentgen.

### ZUSAMMENFASSUNG

In Fortsetzung exper. Arbeiten zur Kontrastdarstell. tiefliegender Organe vermitt. *intrav. Thorotrastzufuhr* (*Acta Radiol.* 1931, No. 4), berichtet Verf. über den derzeitigen Stand der *Osteomyelogr.* deren *Technik* eine eingehende Beschreibung findet. Wie bei Milz-Leber, so auch bei Kn. Mark, entzieht das *Stroma* vermitt. des Endothels — 1. Phase der *Blutfiltrierung nach ASKANAZY* — die unlösl. Th. Partikelchen, um sie rasch in das *Retikulum* zu leiten — 2. lang andauernde Phase —. Infolge grossen Kontrastvermögens des koll. Präp. kommt das Kn. Mark zur Darstell. u. z. unter dem *Bilde eines homogenen Schleiers aus feinsten Körnchen* zusammengestellt. In 3. Phase sammeln sich die Th. Zellen in *Lymphknötchen* — perivaskulär — auf dem Wege der *Ausscheidung aus dem Organ*. Das Rö. Bild ist auch in entsprechender Weise abgeändert: grobe Netzzeichnung mit Knötchen von verschiedenen Größen u. unregelmäss. Anordnung. Riesenzellen, denen wie bekant ein starkes Lösungsvermögen zukommt, sind bes. in dieser Phase zahlreich u. mit Th. vollgepropft. Die Anwendung am Menschen kann derzeit

nicht in Frage kommen, da in Anbetracht der noch ungelöst gebliebenen Frage der Eliminierung die Kontrastdosis — 5 cc pro Kg. — wohl zu hoch steht. Befprechung weiterer Arbeitsweise in Bezug der durch Rö. *Bestrahlung gewonnenen Beschleunigung der Ausscheidung* u. Hinweis auf die Möglichkeit an manche biol. u. physio-pathol. Probleme in die Nähe zu kommen.

## BIBLIOGRAPHIE

ALBO, voir Huguenin, Nemours-Auguste.

ANDERS, LEITNER, Röntgenologische Darstellung von Milz, Leber und Knochenmark durch Thoriumdioxyd. *Kl. Wochenschr.* 1932, p. 1097.

ASKANAZY, Stromafunktionen, *Münch. med. Wochenschr.*, 1923, p. 1107.

—, Les fonctions de la moelle osseuse, *Sep. d'Archiv. Inst. Anatom. Pathol. (Coimbra)*, vol. 19, 1931.

—, Funktionen des Knochenmarks unter normalen und pathologischen Bedingungen, *Schweiz. med. Wochenschr.* 1932, p. 681.

ASCHOFF, Das retikulo-endotheliale System, *Ergeb. inn. Med. Kinderheilk.* 1924, vol. 26, p. 1.

BLASS, Osteomyelographie, *Wiener Gesellsch. f. Röntgenkunde, Fortschr. Röntgenstr.* vol. 45, f. 2, 1932, p. 217.

BUCHNER, Kontrastdarstellung von Milz und Leber mit Thoriumdioxyd, *Kl. Wochenschr.* 1932, p. 1058.

HUGUENIN, NEMOURS-AUGUSTE, ALBO, Les hépatites et cirrhoses exp. au bioxyde de thorium. *Annales d'anat. pathol.* 1932, p. 265.

JUNET, KADRNKA, La fonction du stroma dans la filtration du sang (A propos d'expérience avec le dioxyde de thorium). *Soc. Biologie méd. Suisse, réunion Thun, juill. 1932, Revue méd. Suisse romande*, 1933, N:o 2.

JUNET, voir KADRNKA.

KADRNKA, Hépatosplénographie par injection intraveineuse de thorotраст, *Soc. méd. de Genève*, séance du 15 janvier 1931, *Revue méd. Suisse rom.* 1931, p. 436; *Schweiz. med. Wochenschr.* 1931, p. 425. *Actes Soc. Helvétique Sciences Natur.* Séance du 7 août Thoune 1932, p. 433.

—, Nouvelle méthode radiologique d'opacification du parenchyme hépatique et splénique, *Soc. radiol. Suisse*, réunion de Fribourg, avril 1931, *Schweiz. med. Wochenschr.* 1932, p. 340; *Fortschr. Röntgenstr.* 1931, 44/1, p. 9; *Radiotherapy*, 1932, vol. 18, p. 371.

—, Hépatosplénographie, *Bull. Soc. radiol. méd. de France* 1931, mars 1, p. 104; *Journ. de Radiol.* 1931, p. 291. III. *Congrès internat. de Radiologie*, Paris, juill. 1932, *Journ. de Radiol.* 1932, p. 149; *Lijec. Vjesnik*, 1932, p. 155.

KADRNKA, JUNET, Recherches expériment. sur l'opacification radiol. de la moelle osseuse, des poumons, des reins et du placenta, *Soc. radiol. Suisse*, séance de Lugano; 20 juin 1932. *Schweiz. med. Wochenschr.* 1933, N:o 7 p. 174.

—, Recherches expériment. sur l'opacification radiologique de divers organes parenchymateux par injection intrav. du thorotраст (moelle osseuse, poumons, reins, placenta et surrenales), *Bull. Mém. Soc. radiol. méd. de France*, novembre 1932; *Journ. de radiol.* 1932, p. 598.

KADRNKA, voir JUNET.

KADRNKA, ROSSIER, Hépatosplénographie, ostéomyéographie et néphrographie expériment. *Acta radiol.* 1931, XII/4, p. 369.

KLEIN, *Wiener Gesellsch. f. Röntgenkunde. Fortschr. Röntgenstr.* 1932, vol. 45, f. 2.  
p. 218.

LAMBIN, Aspects histologiques de la fixation du dioxyde de thorium dans les organes, *Cpte rendu de la Soc. Biol.* vol. 54, 1932, p. 66.

LEIPERT, Über die Verteilung des Thorium im Organismus nach Injektion von Thorotраст, *Wien. kl. Wochenschr.* 1931, p. 1135.

LEITNER, voir ANDERS.

NEMOURS-AUGUSTE, voir HUGENIN et ALBO.

RANDERATH, SCHLESINGER, Experim. Untersuchungen über die Wirkung des Thorotраст im Tierkörper, *Zeitschr. f. exper. Med.* 80, h. 1/2.

ROSSIER, voir KADRNKA.

SANS AMEL A., Estudio de la distribucion del Thorotраст en los diversos tejidos, *Rivista med. de Barcelona*, 1932, p. 35.

SCHLESINGER, voir RANDERATH.



## A CASE OF OSSIFICATION OF THE STYLOHYOID APPARATUS<sup>1</sup>

by

*Rolf Bull Engelstad*

(Tabula XVIII)

According to the textbooks of anatomy occasionally a more or less extensive ossification of the stylohyoid ligaments has been found. Thus the processus styloideus, which is of a varying length, in certain cases may extend quite far down into the ligaments, in other cases the cornua minora ossis hyoidei may extend a smaller or greater length upwards in these. In yet other cases the medium part of the ligament may be ossified, forming a new bone, os stylohyoideum (RAUBER-KOPSCH).

It seems however that the more pronounced degrees of these varieties in the ossification are quite rare, judging by what is published about it in the radiological literature. I therefore thought that it might be of interest to report a case of this kind, which I recently have had to examine.

A doctor 36 years of age came to me to get a roentgenexamination of the lower jaw, as he thought of the possibility of its being affected. He had experienced some rather vague sensations from this region, which however were not of the kind that gave us any certain indication of any disease of the lower jaw. He had not had any real pain, but only some feelings of discomfort, which he meant to be able to localize to the part surrounding the left articulation of the jaw and somewhat underneath and inside this. He especially noticed this when wanting to gargle, which caused him some difficulty. He felt a certain stiffness at the base of the mouth. He also mentioned another phenomenon: he had noticed that he always, or at least for many years, had had a tendency of keeping his head slightly inclined to the right, a fact which also appeared in some snapshots of the patient. Though in no way a contraction could be said to be present, this position of the head seemed to be a natural position of rest.

On a skiagram taken of the head twisted nearly 90° to the side, with the left side down against the film, the following is found (Fig. 1): Between the inferior surface of the temporal bone and the hyoid bone

<sup>1</sup> Submitted for publication Jan. 11th, 1933.

corresponding to the localisation of the stylo-hyoid ligaments there are two bony ribbonshaped shadows, one on each side (Fig. 2). These bone shadows are about 3 mm. broad and are each of them clearly divided into 3 segments. The upper segment corresponds with regard to origin and direction exactly to the styloid process, the lower to the minor cornu of the hyoid bone. The upper and middle segments are the longer, in the skiagrams about 4 cm., the lower somewhat shorter. Between the upper and middle segments there is a rather narrow horizontal or slightly descending gap with an appearance completely resembling a joint. The distance between the middle and lower segments is somewhat greater, and the ends of the bones slightly pointed or rounded. In the upper segment on the right side one observes, about 1 cm. above the joint-like gap, a more irregular fissure where the outlines of the adjoining ends of the bones are clearly uneven.

Underneath the occipital bone there is a nearly walnut-sized ( $2.5 \times 3$  cm), sharply limited bony tumor, which is fixed with a comparatively narrow stalk upwards at the back to the occipital bone. This tumor with its lower part extends a little past the dorsal arch of the atlas, against which it rests, and where it distinctly has caused some pressure atrophy. On the frontal skiagram the tumor is seen to be situated near the median line, a little to the left. The shadow is projected to the level of the upper part of the nasal cavity. The structure inside the tumor is distinctly spongy, outside there seems to be a more dense capsule.

There can be no doubt about the nature of the described tumor, it is an osteoma, or an exostosis, extending from the occipital bone. Neither does the rest of the findings offer any diagnostic difficulties, it is a nearly complete ossification of the stylo-hyoid apparatus. These 2 findings in conjunction easily explain the phenomenons which were the cause of the examination.

BARTH has examined 500 patients for anomalies in the ossification of the stylo-hyoid apparatus, and found such in 42 cases, 8.4 % (men 12.8 %, women 5.7 %). By 39 patients a roentgenexamination was made: 20 of these had an abnormally long styloid process only on one side, 19 on both sides. Only in 1 case it was found a complete ossification of the stylo-hyoid apparatus, such as described by OLLIVIER. Skiagrams of 3 patients are reproduced, but in none of them the ossification is so complete as in the present case.

The symptoms which can be found are pains by swallowing and the sensation of a foreign body. The pains are probably due to the pressure of the abnormally long styloid process produced by the movements of swallowing. In the present case there had been no pains, per-



Fig. 2.



Fig. 1.



ha  
ap

hy  
du  
ta  
th  
di

pr  
on  
re  
th  
pa  
fo  
K  
or  
ta  
os  
lik

on  
a

No  
me

hy  
lov  
lig  
ev

ch  
da  
Es  
be  
pr

haps because the ossifications is nearly complete and the stylo-hyoid apparatus therefore more or less immobilised.

ROBERT KNOX also reports a case of ossification of both the stylo-hyoid ligaments. If one compares the skiagrams with those here reproduced, one finds quite a striking similarity. One finds the same segmentation and the same joint-like gaps, and attention is drawn to the fact that the position of these gaps, as far as can be judged by the slightly different projections, seems to be identical.

This similarity will be easily understood when one recalls the normal process of ossification. The stylo-hyoid apparatus derives from the second visceral arch, Reichert's cartilage. While this by many animals remains entirely cartilaginous (or osseous), it is otherwise in man. From the upper part is formed the stapes and the styloid process, from the lower part the minor cornu of the hyoid bone, while the middle part is performed in fibrous tissue, the stylo-hyoid ligament (BROMAN, HERTWIG, KOHLER). Many observations indicate that in these ligaments there are originally bone nuclei, from which ossification in some cases later can take place (v. EICKEN). If the stylo-hyoid ligaments are completely ossified, without uniting with the other bone nuclei, we get a picture like that in the cases reported by KNOX and by me.

In the present case we also find an extra gap in the upper segment on the right side. This may possibly be considered a fracture or rather a pseudarthrosis.

To my chief, dr. med. S. A. HEYERDAHL, physician in charge of The Norwegian Radiumhospital, I present my best thanks for having given me the opportunity of publishing this case.

### SUMMARY

The author describes a case of practically complete ossification of the stylo-hyoid apparatus. At the same time is found an osteoma having its origin in the lower surface of the occipital bone. A characteristic segmentation of the ossified ligaments is noticed and is explained according to the conditions of the process of evolution and ossification of these parts.

### ZUSAMMENFASSUNG

Verf. beschreibt einen Fall von praktisch genommen vollständiger Verknöcherung des Stylo-hyoiden Apparates. Gleichzeitig wurde ein Osteom gefunden, das seinen Ursprung an der unteren Oberfläche des Okzipitalknochens hatte. Es wurde eine charakteristische Segmentierung der verknöcherten Ligamente beobachtet und durch die Bedingungen des Entwicklungs- und Verknöcherungsprozesses dieser Teile erklärt.

## RÉSUMÉ

L'auteur décrit un cas d'ossification pratiquement complète de l'appareil stylo-hyoïdien. Il a découvert par la même occasion un ostéome ayant pris naissance à la face inférieure de l'occipital. On note une segmentation caractéristique des ligaments ossifiés, qu'on explique par les conditions du processus d'ossification de ces ligaments.

## LITERATURE

1. BARTH, HERMANN: Klinische und röntgenologische Betrachtungen über anormale Verknöcherungsvorgänge im menschlichen Zungenbeinapparat. — *Zschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde.* XXIII. 9. 1929.
2. BROMAN, I.: Normale und abnorme Entwicklung des Menschen. — Bergmann, Wiesbaden 1911.
3. EICKEN, V.: *Zschr. Ohrenheilk.* 78. 1919. Cit. after Barth.
4. HERTWIG, OSCAR: Elemente der Entwicklungslehre. — Fischer, Jena 1915.
5. KNOX, ROBERT: An unusual development of the hyoid apparatus. — *Acta radiologica* VII. 69. 1926.
6. KOHLER, ALBAN: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde. — Thieme, Leipzig 1931.
7. OLLIVIER: *Arch. internat. Laryng. etc.* Cit. after Barth.
8. RAUBER-KOPSCH: Lehrbuch der Anatomie. — Thieme, Leipzig 1919.



AUS DEM RÖNTGENINSTITUT DES SOPHIAHEMMET, STOCKHOLM  
(CHEF PROF. GÖSTA FORSELL)

## EIN FALL VON VERLAGERUNG VON BANDSCHEIBEN- GEWEBE NACH HINTEN<sup>1</sup>

(Röntgendiagnose und Verifikation)

von

*Hans Hellmer*

(Tabula XIX)

Mann, geb. 1865. Seit Anfang des Jahres 1925 Gefühl von Empfindungslosigkeit unter den Fusssohlen, an der Hinterseite der Schenkel und um den Anus herum. Im Juni 1926 wurde der Pat. am privaten Institut von Prof. GÖSTA FORSELL röntgenuntersucht.

*Röntgenbefund:* Die Höhe der Wirbelbandscheibe zwischen Th X und Th XI ist deutlich reduziert. In dem zentralen Teil der Bandscheibe sind kalkdichte Lamellen zu sehen, die in einer oberen und einer unteren Schicht angeordnet sind. An der hinteren Fläche der genannten Bandscheibe und den angrenzenden Teilen der zehnten und elften Wirbelkörper entlang, streckt sich ein auf Seitenbild (Abb. 1) kappenförmiger, auf Frontalbild ovaler Schatten. Er ist genau in der Mittellinie gelegen (Abb. 2). Sein vertikaler Durchmesser wird auf den Röntgenbildern zu fast 3 cm aufgemessen. Der Schatten drängt ung. 1 cm in den Wirbelkanal hinein. Innerhalb desselben unterscheidet man ein dichteres Zentrum und eine dünnere periphere Zone. Die untere Fläche des Körpers des zehnten Brustwirbels weist einen kleineren, ziemlich gut abgegrenzten Defekt auf.

Eine genaue Diagnose konnte damals nicht gestellt werden. Die Beschwerden des Patienten waren nicht so ausgesprochen, dass ein Eingriff motiviert war.

Der klinische Status verblieb im grossen und ganzen unverändert bis 1928, da Schmerzen in der linken Weichengegend hinzukamen.

Der Pat. wurde in ein Krankenhaus aufgenommen und eine erneute Röntgenuntersuchung wurde von einem anderen Röntgenologen ausgeführt. Der Schatten am hinteren Umfang der zehnten Wirbelband-

<sup>1</sup> Bei der Redaktion am 2. III. 1933 eingegangen.

scheibe war unverändert. Man machte eine suboxipitale Lipiodolinjektion im Wirbelkanal. Eine Bestimmung über die Form des Wirbelkanals in der Höhe der zehnten Wirbelbandscheibe mit Hilfe des eingeführten Kontrastes wurde jedoch eigentümlicherweise nicht vorgenommen.

Im Herbst 1928 wurde der Pat. in das Sophiahemmet aufgenommen und an dem dortigen Röntgeninstitut (Chef. Prof. GÖSTA FORSELL) wiederum untersucht.

*Röntgenbefund:* Die Bildung an der Hinterseite der zehnten Wirbelbandscheibe war in Hinsicht auf Grösse und Form unverändert verblieben. Wir benutzten uns des im Wirbelkanal noch vorhandenen Lipiodols und sahen da wie die Bildung deutlich die Lipiodolsäule nach hinten verschob (Abb. 3). In Bauchlage (Abb. 4) sahen wir wie das Lipiodol



Abb. 5. Verkalktes bzw. verknöchertes Knorpelknötchen an der Hinterfläche der 10. Brustbandscheibe beim 48jährigen Mann. (SCHMORL.)



Abb. 6. Röntgenbild von Abb. 5. (SCHMORL.)

sich ringförmig um die genannte Bildung verteilte. Eine Absperrung war nicht vorhanden.

Im Oktober 1929 veröffentlichte SCHMORL eine Arbeit: »Über Knorpelknoten an der Hinterfläche der Wirbelbandscheiben«. Er teilte darin mit, dass er manchmal bei Sektionen kleine runde Knoten an der hinteren Fläche der Wirbelbandscheiben angetroffen hat. Seiner Ansicht nach stammten sie von Nukleusgewebe das durch Zerreissungen der Bandscheibe durchgedrungen war. Ein paar seiner Bilder gebe ich hier wieder. Durch SCHMORLS sorgfältig beschriebenen und gut illustrierten Sektionsbefund bot sich uns die Gelegenheit in unserem Falle eine exakte Diagnose zu stellen.



Abb. 1.



Abb. 2.

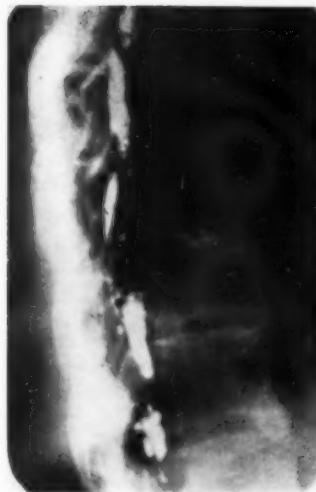


Abb. 3.



Abb. 4.



de  
de

Ab  
sch

Ge  
Na  
es  
da  
wa  
wi  
ge  
nu  
de  
ma  
sch  
ve  
ne  
ke  
fü  
ha  
vo  
ke  
Lu  
wa  
ke  
ei  
de

nir

Die Beschwerden des Pat. hatten im letzten Jahr zugenommen und der Neurologe (Prof. ANTONI) stellte Diagnose auf eine Veränderung in der Höhe des 12:ten Brustsegmentes.<sup>1</sup>



Abb. 7. Zwei KK an der Hinterfläche der Bandscheibe in den Spinalkanal ragend. (SCHMORL.)

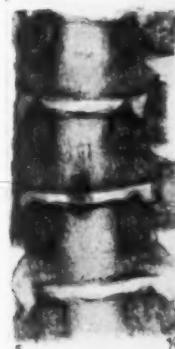


Abb. 8. Röntgenbild (v—d) von KK an der Hinterfläche der 9. Brustbandscheibe. (SCHMORL.)

*Operation am 19./II 29 (Dr. OLIVECRONA):* »Die Dura innerhalb des freigelegten Gebietes (8., 9., 10., 11. Bogen) wies keine makroskopischen Veränderungen auf. Nachdem die Dura geöffnet worden war zeigte es sich, dass das Rückenmark durch einen darunter liegenden Tumor hervorgeschoben war. Man sah (Abb. 9) wie das Rückenmark wie eine Saite gespannt lag über einer runden, gelblichweisse, fast beinharte, ungefähr haselnussgroße Bildung, gelegen auf der Vorderseite des Spinalkanals und das Rückenmark nach hinten und etwas nach rechts verschiebend. Über die tumorähnliche Bildung verlief die hintere Wurzel des ersten Lumbalnervs. Auf der Spitze der Prominenz war keine Durabekleidung zu sehen. Der Tumor füllt nicht den ganzen Spinalkanal aus, weshalb es deutlich ist, dass Liquorverbindung vorgelegen haben muss. Nachdem das Rückenmark etwas nach rechts und der erste Lumbalnerv nach links übergezogen worden war, konnte der Operateur ohne Schwierigkeit den Tumor durchmeisseln. Dieser hatte eine nicht ganz beinharte Konsistenz, sondern erinnerte am ehesten an verkalkte

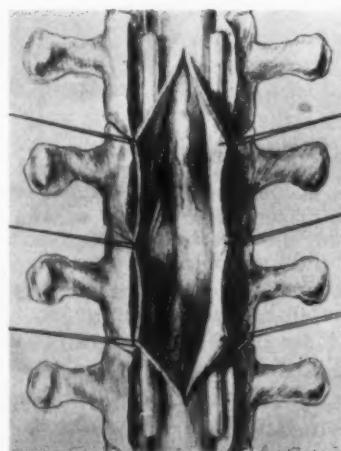


Abb. 9.

<sup>1</sup> Betreffend das Klinische siehe Bericht von Prof. ANTONI, Svenska Läkartidningar, Bd. 28, S. 436—442, 13 März 1931.

Knorpel. Der ganze haselnussgrosse Tumor konnte dann herausgehoben werden.

*Mikroskopische Untersuchung* (Prof. H. BERGSTRAND): Das Präparat besteht aus kleinen Knochenstückchen von lamellenartigem Bau. Sie weisen starke regressive Veränderungen auf. Die Knochencorpuszellen zeigen keine Kernfarbe und die Lamellen sind zerfallend. Die Lamellensysteme umfassen Haverssche Kanäle welche leer sind. An den Knochenstückchen anschliessend und ohne scharfe Grenze mit denselben vereint werden amorphe Massen gesehen welche hier und da eine Andeutung von Knorpelstruktur haben. Diese Massen sind mehr oder weniger



Abb. 10.

diffus verkalkt. Ausserdem wird dicht am Knochen und in denselben übergreifend ein nekrotisches myxomatöses Gewebe beobachtet. Hier liegt also ein Knorpel-Knochengewebe vor mit starken regressiven Veränderungen und diffuse Verkalzung des veränderten Gewebes. (Abb. 10.)

SCHMORL und sein Schüler ANDRAE haben ausführliche Beschreibungen dieser Erscheinungen gegeben. Bei Untersuchung von 368 Wirbelsäulen ist sie in 15.2 % angetroffen worden. Die Knoten sind meistens in der Mittellinie, mitunter etwas seitlich gelegen. Sie kommen am häufigsten in der unteren Hälfte des Brustabschnittes und in den Lendenabschnitten vor. Ihre Grösse wechselt von Stecknadelkopf- bis zu Bohnengrösse. SCHMORL hat seine Untersuchungen ausschliesslich an Leichenmaterial vorgenommen, und seine Arbeit enthält keine Mitteilungen über klini-

sche Symptome. SCHMORL macht aber auf die Möglichkeit aufmerksam, dass diese Bildungen Rückenmarkschäden hervorrufen können.

SCHMORL ist jedoch, wie er selbst auch bemerkt, nicht der erste der diese Erscheinung angetroffen und beschrieben hat. In seiner im Jahre 1858 herausgegebenen Arbeit: »Die Halbgelenke des menschlichen Körpers« hat LUSCHKA eine sehr detaillierte Beschreibung hierüber gegeben. Seine Deutung des Fundes stimmt im grossen und ganzen mit SCHMORLS überein und verdient wohl wiedergegeben zu werden: »Als Mutterboden des gallertig-knorpeligen Auswuchses liess sich ohne Schwierigkeit der Nucleos pulposus der bezüglichen Zwischenwirbelverbindung nachweisen. In der Mitte der hinteren Seite des Faserringes befand sich eine runde Lücke, welche von dichten Zellstoffbündeln umgrenzt, gewissermassen die Pforte für die hervorwuchernde Gallertmasse bildete, welche durch sie weiter hervorgezogen und wieder zurückgedrängt werden konnte. Nach der Trennung der ganzen Wirbelverbindung durch einen Horizontalschnitt fand ich (Abb. 11) die Höhle des Gelenkes in der Richtung nach hinten zu einem Canale ausgezogen, welcher an der Stelle ausmündete, wo die Geschwulstmasse zu Tage getreten war. In diesem Canale lag, leicht verschiebbar, eine directe Stielartige Fortsetzung der Substanz des Gallertkernes, welche sich nach dem Austritt durch die Lücke zur fein gelappten Form jenes Auswuchses entfaltete.«

LUSCHKA verfügt zwar nur über zwei Fälle aber sagt: »Wenn man sich die Mühe geben wird, in einer grösseren Anzahl von Obduktionen, den Wirbelkanal ergiebig von hinten her zu eröffnen, und es nach Entfernung des Rückenmarks versucht das Ligamentum longitud. post. sorgfältig abzulösen, was freilich am besten an der aus der Leiche herausgenommenen Wirbelsäule geschieht, dann wird diese Bildung vielleicht häufiger, als man sich jetzt denken mag, aufgefunden werden.« — Von grossem Interesse ist weiter sein prophetischer Ausspruch: »... da es nicht zweifelhaft sein kann, dass unter Umständen, bei weiter gedeihendem Wachsthum solcher Auswüchse das genannte Band von ihnen durchbrochen und durch sie ein Druck auf das Rückenmark ausgeübt werden könnte.« LUSCHKA betont weiter die Differentialdiagnose mit der auf traumatischer Basis entstandenen Verlagerung von Bandscheibengewebe im Wirbelkanal.

KORTZEBORN und LÖWENSTEIN haben zwei Fälle dorsaler Verlagerung von Bandscheibengewebe beschrieben, welche klinische Symptome verursachten. Amerikanische Verfasser (BUZY, STOOKEY u. a.) haben eine Anzahl Fälle mit vom hinteren Teil der Wirbelbandscheibe ausgegangenem Chondrom beschrieben, von denen einige, aus dem zugänglichen

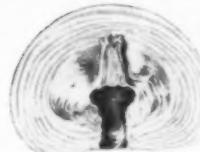


Abb. 11.

Bildmaterial zu urteilen, von derselben Art wie unser Fall zu sein scheint. Dass die Chondrome vielleicht nichts anderes sind als eine solche dorsale Verlagerung von Bandscheibengewebe ist schon von SCHMORL hervorgehoben worden. DANDY und ELLMER haben Fälle beschrieben in denen sowohl die Krankengeschichte als auch der Operationsbefund darauf hindeutet, dass bisweilen das Trauma eine Bedeutung für das Aufkommen dorsaler Verlagerung von Bandscheibengewebe haben kann. Eine ausführliche Arbeit über verschiedene Formen von Dislokation des Nukleusgewebes ist von GALLAND veröffentlicht worden.

### ZUSAMMENFASSUNG

Verf. berichtet über einen Fall von Verlagerung von Bandscheibengewebe nach hinten. Dank der Arbeit SCHMORLS über ähnliche Befunde bei Sektionen konnte man durch Röntgenuntersuchung eine exakte Diagnose stellen, die bei Operation verifiziert wurde. Kurzes Referat der wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiete.

### SUMMARY

The author reports a case of displacement, in a posterior direction, of interarticular fibrocartilages. Thanks to SCHMORL's studies of similar cases observed in the course of autopsy, it was possible by roentgen examination to establish a true diagnosis, which was subsequently verified by operation. The author briefly surveys the most important of the communications that have appeared on the subject.

### RÉSUMÉ

L'auteur communique un cas de déplacement en arrière des disques intervertébraux. Grâce aux travaux de SCHMORL sur des constatations analogues faites à l'autopsie, il fut possible de poser un diagnostic exact après examen radiographique, diagnostic qui fut vérifié à l'opération. L'auteur donne en outre un bref compte rendu des travaux les plus importants publiés sur cette question.

### LITERATURVERZEICHNIS

- ANDRAE, R., Über Knorpelknötchen am hinteren Ende der Wirbelbandscheiben im Bereich des Spinalkanals. Beiträge zur pathol. Anatomie und z. allg. Pathol. 82, 1929.
- BUZY, PAUL C. »Chondroma of Intervertebral Disk». The Journal of the American Medical Association Vol. 94, 1930.
- DANDY, WALTER E. »Loose Cartilage from Intervertebral Disk simulating Tumor of the Spinal Cord. Archives of Surgery Vol. 19, 1929.

ELLMER, G. »Rückenmarkschädigungen durch Erkrankungen von Zwischenwirbelscheiben«. Der Chirurg 4. Jahrgang Heft 20, 1932.

GALLAND, MARCEL. »Les déplacements divers du Nucleus pulposus intervertebral« (anté. — latéro et rétropulsions) (luxation postérieure et paraplégie). Archives Franco-Belges de Chirurgie XXXII<sup>e</sup> Année Nr. 6, 1929—30.

KORTZEBORN. »Schmorlsches Knorpelknötzchen unter dem Bilde des Rückenmarkstumors im Bereiche des Halsmarkes. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chir. 54. Tagung 1930 (Archiv f. Klin. Chir. 162/1930).

—, Dasselbe. Zentralblatt für Chir. 57, 3, 1930.

LÖWENSTEIN, K. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chir. 54. Tagung 1930 (Archiv f. klin. Chir. 162/1930 s. 101).

LUSCHKA, H. »Die Halbgelenke des menschlichen Körpers« Berlin 1858.

SCHMORL, G. »Über Knorpelknötchen an der Hinterfläche der Wirbelbandscheiben« Fortschritte Röntgenstrahlen 40, 629, 1929.

SCHMORL, G. und JUNGHANNS, H. »Die gesunde und kranke Wirbelsäule im Röntgenbild«. Verlag G. Thieme, Leipzig 1932.

STOOKEY, BYRON. »Compression of the Spinal Cord due to Ventral Extradural Cervical Chondromas« (Diagnosis and Surgical Treatment. Archives of Neurology and Psychiatry Vol. 20, 1928.



COMMUNICATION DU SERVICE RADILOGIQUE DE L'HOPITAL CENTRAL DE VÄSTERBOTTEN,  
UMEÅ, SUÈDE (CHEF DE SERVICE: LE DR SVEN JUNGHAGEN)

## LA PNEUMOGRAPHIE DU GENOU, SURTOUT DANS DES CAS DE LIPOMA ARBORISANT<sup>1</sup>

par

*Sven Junghagen.*

(Tabulee XX—XXI)

Avant l'introduction de cette méthode d'exploration, le diagnostic radiologique d'altérations anatomo-pathologiques dans les articulations, sans exception, était absolument limité aux affections des os, et à des parties d'organes ayant, par rapport aux rayons X, un coefficient d'absorption égal à celui des os. Ainsi, des fractures, de différentes altérations d'origine arthritique et des tumeurs osseuses se laissaient facilement reconnaître, de même que des corps étrangers soit osseux, soit cartilagineux, calcifiés. Des dépôts calcaires dans les synoviales ou dans les tissus régionaux, également, pouvaient être repérés; par exemple dans la tuberculose et dans la myosite ossifiante; mais dans toutes les autres affections internes du genou, où le degré d'opacité radiologique restait le même, et les os de l'articulation n'étaient pas intéressés, aucune déviation du tableau radiologique normal ne se laissait constater, par exemple dans les cas de fractures capsulaires, d'états hydropiques, de lésions méniscales ou de tumeurs tissulaires à l'intérieur de l'articulation.

On ne fut pas long, pourtant, à surmonter ces difficultés. Déjà en 1905, WERNDORF et ROBINSON publièrent des cas où l'injection d'oxygène dans le genou leur avait permis de distinguer nettement les détails de l'architecture de cette articulation. La même année, nous trouvons HOFFA observant, par la même méthode, des lésions méniscales; et, en 1908, MARTINA, puis QUENU publient leurs expériences au même effet. GRASHEY, dans son Atlas de radiographie, décrit des cas de rupture, en bas de la rotule, du tendon quadripcital; une lésion qui, avant l'introduction de la pneumoséreuse articulaire, se dérobait absolument à l'observation.

<sup>1</sup> Remis à la Rédaction le 15. XII. 1932.

En 1917, WEIL et LOISELEUR publient, sur l'insufflation de cavités séreuses avec de l'air, un mémoire dans lequel ils donnent les détails de leur technique et les résultats qu'ils ont obtenu en appliquant cette méthode à l'articulation du genou. Ils considèrent que l'opération est de danger absolument nul, pourvu que des précautions soient prises pour assurer une rigoureuse asepsie; que sa pratique, après évacuation du pus accumulé, est aisée; et ils déclarent qu'ils n'ont jamais vu, à sa suite, ni d'incidents ni d'accidents soit locaux, soit généraux. La constatation de leurs résultats ils la résument sous les quatre têtes suivantes: 1) forte distension des bourses; 2) laxité du capsule articulaire; 3) l'existence, dans la synoviale, de parties cloisonnées à la suite d'inflammation; 4) des corps étrangers dans l'articulation.

En 1920 et 1921, TERRACOL et COLANERI ont publié leurs expériences de la méthode, qu'ils trouvent sûre et d'aucune façon nocive au malade. C'est aussi l'opinion exprimée par CHAUVIN et BOURDE, en 1925. En 1929, CATTANEO a décrit deux cas, l'un de lésion méniscale, l'autre de lipoma arborisant, diagnostiqués après insufflation d'air. Il conclut que ni dans l'un ni dans l'autre il n'aurait été possible de préciser le diagnostic par n'importe quelle autre méthode, et que celle-ci ne recèle aucun des dangers que lui ont reprochés certains auteurs.

Dans l'Hôpital Central d'Umeå, nous avons recours, depuis plusieurs ans, à la pneumoséreuse articulaire dans les cas où une affection du genou est obscure, et où le diagnostic se laisse difficilement porter par d'autres moyens. J'espère pouvoir présenter un jour, dans un travail plus complet et détaillé, les résultats de nos expériences à cet égard. Aujourd'hui, je voudrais rendre compte seulement de quatre cas: trois de lipoma arborisant, et un de «cyste du genou»; tous observés au moyen de la pneumographie.

*Obs. I.* — Erik L., ouvrier de construction, âgé de soixante-quatre ans, entré à l'hôpital (service chirurgical) le 8 août, 1930. — A l'âge de vingt-quatre ans environ, il a eu un épanchement du genou droit, ce qu'il rattache à la circonstance qu'à cette époque il était employé à un travail qui l'obligeait de rester agenouillé pendant des heures sur un parterre de ciment. Après ponction du genou et repos au lit il n'en ressentit plus rien jusqu'à ce que, en 1927, le genou commença de nouveau à se gonfler; et depuis ce temps la tuméfaction persiste. En 1923, il s'adressa à notre policlinique, qui lui ordonna un traitement thermothérapeutique, avec le résultat qu'il y eut une amélioration passagère. Un examen radiologique avait montré qu'il n'y avait pas d'altérations des os. En 1928, pendant les mois de mai et juin, il était hospitalisé dans notre service médical, pour une pleurésie du côté gauche (tumeur?). Pendant les mois précédant son entrée actuelle, la tuméfaction a augmentée, et est devenue douloureuse. Au repos, le genou devient «raide». Aucune indication de blocage. Pendant l'été passé, le patient a maigrí considérablement.

*Examen à l'entrée (8 août 1930):* Bon état général; physique faible. Température: 37°; pouls: 76; poids: 56 kilos. Tension artérielle: 125 millimètres. Hémo-

globine: Cœur: sons mats; arythmie. Poumons, abdomen, urines: rien à remarquer. *Symptômes locaux:* Aucune atrophie des muscles régionaux. Tuméfaction considérable du genou droit, s'étendant en haut jusqu'au milieu du tibia. Le genou droit a 35 centimètres de circonférence; le genou gauche, 32 centimètres. Réflexes rotuliens. Douleur à la palpation sur le bord intérieur et antérieur de l'interligne articulaire. Au même endroit on sent une crépitation. Mouvement d'extension: rien à remarquer. A la flexion on sent une résistance élastique jusqu'à 140°; à partir de ce point le mouvement devient douloureux.

*14 Août.* — *Examen radiologique* des deux genoux. L'interligne cartilagineux du genou paraît quelque peu déplacé; les condyles du tibia sont légèrement aplatis, et le contour de leur coins, de même que le contour postérieur de la rotule, plus accentués qu'à l'état normal. Dans la partie latérale de l'interligne articulaire, une exostose fait saillie en plateau dans la partie postérieure de l'articulation. Pas d'autres altérations visibles. — *Même date.* *Ponction* du genou, avec évacuation de 140 centimètres cubes d'un liquide tenu, transparent, jaune clair, contenant des leucocytes peu nombreux, mais ni des lymphocytes ni des bactéria. De nouvelles ponctions le 18, 21 et 25 août, avec évacuation de 65, 45 et 65 centimètres cubes de liquide, respectivement.

*2 Septembre.* — *Pneumographie* du genou. Distension très légère de la capsule articulaire au niveau de l'interligne cartilagineux, avec tendance à la formation de diverticules du côté externe. Dans les tissus du côté postérieur du genou on voit deux culs-de-sac, dont l'interne a le contour net et égal partout, tandis que le contour de l'autre est inégal, avec des traits opaques s'étendant vers la partie intérieure du sac. Le cul-de-sac supérieur est énormément élargi, et des trabécules verticales et transversales le divisent en de nombreuses cavités plus ou moins circonscrites. Dans la partie médiane de sa paroi il y a des creux ressemblant à des diverticules. Autant dans la projection sagittale que d'en face, la paroi entière est d'une apparence extraordinairement irrégulière, avec des protubérances plus opaques, tantôt grandes, tantôt petites, tantôt à base large, tantôt pédonculées, s'en projetant pareilles à des polypes. Du côté externe de la métaphyse on voit indistinctement un amas d'ombres, larges comme des fèves, représentant des végétations tissulaires. — *Hygroma du genou.* *Lipoma arborisant?* (Fig. 1a, 1b).

*9 Septembre.* — Du roentgen:  $\frac{1}{4}$  de dose érythème; distance focale: 40 centimètres; filtre: 0.5 millimètres de cuivre + 0.5 d'aluminium; en trois séances, médialement et radialement sur le genou.

*15 Septembre.* — Le traitement radiologique paraît avoir eu un bon effet. Congé du malade, avec ordonnance de repos, et ordre de se présenter de nouveau en six semaines.

*17 Novembre.* — La tuméfaction persiste, et les inconvénients causés au malade sont toujours les mêmes. Température: 36.6°. Poids: 48.3 kilos. Poumons: râles épars sur les deux côtés. *Symptômes locaux:* La tuméfaction n'a pas changé. A la palpation on sent une crépitation assez semblable à celle que produit la présence de corps oryzoides.

*20 Novembre.* — *Opération* (no. 1519; MÖLLER). Arthrotomie. Ablation de la synoviale. Incision de Payr sur le côté interne, et ouverture de l'articulation, qui donne issue à une certaine quantité de liquide visqueux. Le cul-de-sac supérieur est fort distendu, et ses parois couvertes de formations rouges, tout molles, atteignant jusqu'à la grandeur de petits pois. Sur la partie distale du fémur il y a une membrane d'une apparence identique. On ne relève aucune



Fig. 1 a.



Fig. 1 b.



Fig. 2 a.



Fig. 2 b.







Fig. 3 a.



Fig. 3 b.



Fig. 4 a.



Fig. 4 b.



lésion ni méniscale ni du cartilage articulaire. Ablation de la synoviale entière; manœuvre qui s'exécute facilement par la voie de l'incision faite; et on enlève, par raclage, la membrane inflammée de l'extrémité du fémur. Suture des tissus et de la peau. — *Diagnostic anatomopathologique* (WILTON): Lipoma arborisant.

La structure des végétations papilliformes est la même dans les deux préparations. Une enveloppe endothéliale excessivement mince couvre un tissu conjonctif peu compact, contenant, outre des cellules adipeuses, des amas de cellules rondes, dont la plupart sont de type plasmatique, quoique manquant le groupement caractéristique de la chromatine dans leurs noyaux (Fig. 1c).

**10 Décembre.** — Depuis quelque temps, la température du malade continue à monter. En même temps, il est devenu pâle, et a l'air fatigué. Depuis quelques jours, il est confus de temps en temps; il perd un peu sa mémoire. Une fois il a laissé aller ses urines et ses fèces dans le lit. L'extension du genou est normale; la flexion est possible jusqu'à 30 ou 40°, quoique très pénible.

**17 Décembre.** — Ces derniers jours, le malade est devenu de plus en plus confus; par moments engourdi. Il fait des mouvements extraordinaires avec ses mains, pique à ses couvertures d'une manière stupide, et sa mimique est étrange. Peu à peu il décline, et finit par mourir. A l'autopsie, on constate une tuberculose miliaire.

**Obs. II.** — Ernst H., marin, âgé de quarante-six ans. En 1916, il fut opéré pour une appendicite; depuis lors il resta en bonne santé jusqu'à ce que, en 1925, il fut hospitalisé dans notre service médical sous le diagnostic de spondylite ankylopoïétique, et de nouveau, en 1930, avec de la polyarthrite déformante. Sa maladie se manifesta particulièrement sévère dans les genoux, qui étaient tuméfiés et très douloureux, surtout quand il essayait de marcher. Au mois d'août, 1930, nous faisions deux fois la ponction de son genou droit, ramenant chaque fois une quantité considérable de liquide clair, séreux, contenant de nombreux lymphocytes, quelques rares leucocytes, et de nombreux diplococques. La réaction de Wassermann fut négative, et dans le sang et dans l'exsudat. Pendant son séjour dans le service médical, il eut deux séries de traitement de roentgen, de  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{5}$  de dose érythème respectivement; distance focale: 50 centimètres, filtre: 0.5 millimètres de cuivre + 0.5 d'aluminium; chaque traitement réparti sur deux séances. Au dire du malade lui-même, il s'ensuivit pendant un certain temps une amélioration considérable; mais après quelques mois et la tuméfaction et les douleurs reprirent comme avant. Le 5 février, 1931, il fut admis dans notre service chirurgical.

**Examen à l'entrée:** Bon état général; physique robuste. Cœur: rien à remarquer. Poumons: matité légère et respiration bronchiale à la partie supérieure. **Symptômes locaux:** Gonflement considérable de toute la région du genou droit;



Fig. 1c.

surtout de la partie juste au-dessus de la rotule. La circonference du genou, mesurée au milieu de la rotule, est de 42 centimètres (celle du genou gauche: 37); mesurée à 5 centimètres au-dessus de la rotule, 47 centimètres (celle du gauche: 40). Réflexes rotuliens nets. La tuméfaction au-dessus de la jointure est fluctuante. Pas de douleur à la pression nulle part. Extension normale; flexion jusqu'à 120°. *Pneumographie* (Fig. 2a, b): Aucune distension de l'articulation au niveau de l'interligne cartilagineux. Sur le pli muqueux de la synoviale il y a une excroissance nettement circonscrite, grande comme une fève, plate du côté de l'articulation. Le cul-de-sac supérieur, énormément élargi, atteint presque le milieu de la diaphyse, et est traversé par un réseau solide de trabécules. Dans sa partie inférieure, immédiatement au-dessus de la rotule, on distingue des ombres pareilles à des grappes de raisins, dont les bases se continuent avec l'ombre de la capsule articulaire. — *Hygroma du cul-de-sac supérieur?*

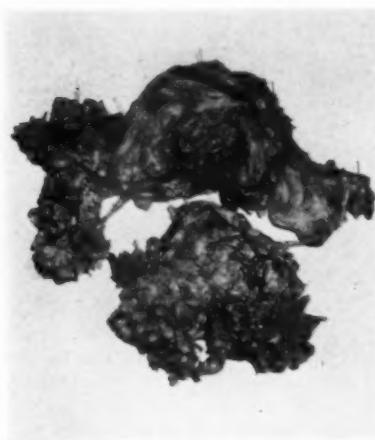


Fig. 2 c.

**6 Février.** — *Opération* (no. 165; MÖLLER). Ablation complète de la synoviale. Grande incision de Payr sur le côté interne. Quand on ouvre l'articulation, il y a un écoulement abondant de liquide tenu et clair du cul-de-sac supérieur, qui s'étend très haut dans la cuisse, surtout du côté externe. Dans cette partie du genou, la surface intérieure est lisse, sans excroissances; mais au-dessous du cul-de-sac l'articulation est complètement remplie de végétations pédonculées, poly-peuses, de la grandeur, à peu près, de petits pois, et qui couvrent entièrement la face intérieure de la capsule. Il y a des formations identiques sur l'extrémité distale du fémur, jusqu'au cartilage articulaire, et d'autres encore disposées en cou-

ronne le long du bord de la rotule. Ablation totale de la synoviale et du cul-de-sac supérieur; opération assez facilement pratiquée par la voie de l'incision après qu'on a soulevé latéralement la rotule. Ablation aussi des végétations polypeuses autour de cette dernière et sur la partie inférieure du tendon, et de quelques autres encore, situées sur les plis alaires. Ablation, finalement, de deux petites bosses déformantes sur le bord du condyle fémoral interne. Les condyles du fémur et la surface articulaire de la rotule présentent des usures pareilles à celles qui se voient dans l'arthrite déformante. Etanchement soigneux de l'hémorragie; suture, couche par couche, de la partie fibreuse de la capsule et des autres tissus; agrafes dans la peau; pensement compressif. Fig. 2 c. — *Diagnostic anatomo-pathologique* (WILTON): Lipoma arborisant (préparations microscopiques préservées). Les végétations qui font saillie dans l'espace intérieur sont couvertes d'endothélium, par endroits de couches multiples. Leur substance basale est composée de tissu adipeux contenant de nombreux vaisseaux dilatés, en partie cystiques, avec de rares leucocytes à la périphérie. Par endroits, elle est riche en cellules. Outre des cellules inflammatoires, telles que des cellules rondes et cellules plasmatiques, il y a des leucocytes épars, et un grand nombre de cellules rondes, à protoplasma large et clair, dont quelques-unes à noyau double ou polynucléaires. Ces cellules déri-

vent presque certainement de l'endothélium, et n'ont absolument aucun rapport avec de la tuberculose. — *Le 5 mars.* Réunion par première intention. Le malade marche assez bien sans support. Extension normale; flexion jusqu'à 90°, à peu près. Les tissus sont toujours un peu gonflés. Pas d'essudat dans l'articulation. Il est congédié, mais doit continuer d'exercer le genou chez lui, et s'habituer à marcher sur la jambe. — *Le 19 mars.* Il pense qu'il marche maintenant bien mieux. Plus de douleur dans le genou. Extension presque complète; il y manque seulement quelques degrés, correspondant à l'hyperextension normale. De là, flexion jusqu'à l'angle de 45°. Les tissus autour de l'articulation sont un peu durs, surtout à la place du cul-de-sac supérieur extirpé. Aux mouvements du genou on sent un petit crépitement. La rotule est dégagée. — La colonne vertébrale du malade paraît presque ankylosée; la courbure lombaire est effacée, et y a une cyphose arrondie de la partie thoracique.

*O b s. III.* — Betty F., de Sorsele, âgée de vingt-deux ans, est entrée à notre clinique chirurgicale le 2 avril 1932. Elle ne présente aucun antécédent tuberculeux héréditaire; dans son enfance elle a toujours été en bonne santé. Un jour, il y a sept ans, son pied a glissé dans une ornière gelée, et son genou s'est un peu tordu. Elle n'est pas tombée; elle a pu retourner à la maison sans difficulté. Le soir, le genou n'était pas gonflé, et la jambe ne lui faisait pas mal quand elle marchait. Ce ne fut que le lendemain matin, en sortant du lit, qu'elle trouva le genou gonflé et douloureux. Dès lors, la tuméfaction s'est plus ou moins maintenue, et de temps en temps elle a eu des douleurs dans le genou; mais jamais au point qu'elle fut obligée de garder le lit pour ces raisons. En 1931, au mois d'octobre, elle s'est de nouveau tordu le genou; cette fois en jouant à la glissade dans le neige. A partir de ce moment, la tuméfaction a augmenté, et est restée ainsi pendant tout l'hiver. Toutefois, le genou n'a pas été plus douloureux qu'avant, et le mouvement pas plus difficile, non plus, malgré le gonflement. Dans l'automne après le premier accident, elle eut une pleurésie du côté droit, pour laquelle elle était hospitalisée pendant quinze jours dans l'hôpital de Sorsele. Sa température, au moment de son entrée là, était de 39°, mais descendit ensuite. Depuis ce temps-là, elle accuse une douleur pungitive dans le côté gauche. Elle n'a jamais du toux; il n'y a jamais eu du sang dans son crachat. Elle n'est pas dyspnéique; n'a pas de sueurs nocturnes. Elle ne se sent pas lasse ou fatiguée, et elle n'a pas maigri. Pas de troubles urinaires; menstruation normale. La semaine dernière, elle était enrhumée. Depuis deux ans elle se sent quelques douleurs dans la hanche gauche, mais la marche ne lui fait pas mal.

*Examen à l'entrée:* Bon état général; physique: maigre. Température: 37,3°. Pouls: 88. Tension artérielle: 120 millimètres. Poids: 55,3 kilos. Urines: réaction de Heller et Almén négative. Cœur: bruit systolique (?) sec à la pointe; les seconds bruits aortique et pulmonaire accentués. Poumon: Les souffles respiratoires un peu plus aigus à la base droite qu'à la base gauche; peut-être un peu de matité dans le côté droit. *Symptômes locaux:* Le genou gauche est considérablement gonflé; sa circonférence est de 6 centimètres plus grande que celle du genou droit. La cuisse est atrophiée, sa circonférence de 4 centimètres plus petite que celle de la cuisse droite. L'articulation et la partie au-dessus de la rotule sont le siège d'un large épanchement mollement fluctuant, avec des réflexes rotuliens. L'extension est normale; la flexion presque normale, mais un peu pénible si on la force passivement jusqu'aux positions extrêmes. Du côté interne, au niveau de l'interligne, la palpation éveille un peu de douleur, et au même endroit on sent comme une masse molle, granuleuse, légèrement douloureuse. Aux mouvements du ge-

nou, on sent aussi une crépitation à la partie interne de l'articulation. Pas de mouvements de latéralité. Articulation de la hanche: rien à remarquer.

*4 Avril.* — Réaction de précipitation: 25 millimètres. — *Ponction* qui ramène 140 centimètres cubes de liquide, dont la première moitié visqueuse, presque filamenteuse, claire et d'un brun jaunâtre; dans la dernière partie évacuée nagent de nombreux flocons blancs, longs d'un demi centimètre environ. L'exudat est envoyé pour être examiné micro-histologiquement et pour être essayé sur des cobayes. On y trouve de rares leucocytes et lymphocytes, mais pas de bactéria. Des essais de culture sur bouillon donnent un résultat négatif.

*4 Avril.* — *Radiographie.* Des altérations arthritiques très peu déformantes, consistant dans un aplatissement des épicondyles et aiguisement de leurs coins. Aucune atrophie des os, mais intensification considérable de l'opacité des ombres des tissus.

*7 Avril.* — *Pneumographie.* Après évacuation d'environ 75 centimètres cubes d'un liquide trouble, séreux, visqueux, on injecte de l'air dans l'articulation. Au niveau de l'interligne, la capsule ne paraît pas être distendue; mais au-dessus, au niveau du condyle fémoral on y voit plusieurs petits diverticules. Dans la projection latérale paraissent, dans l'espace rétro- et sousrotulien en arrière du pli muqueux de la synoviale, des parties plus opaques, nettement circonscrites, au contours irréguliers, dont les bases se continuent avec l'ombre des tissus musculaires. Dans la projection sagittale (antero-postérieure et postéro-anterieure) le cul-de-sac supérieur se présente très élargi, et divisé par un nombre de septa en de petits compartiments de grandeur inégale. Et dans ses parties médiales et latérales il y a des étendues plus opaques, pareilles à celles qu'on remarque dans

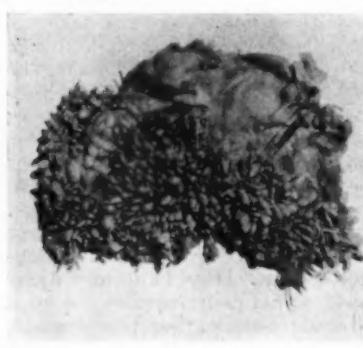


Fig. 3 e.

l'espace sousrotulien, mais plus aisément observables. D'opacité variable, elles se projettent comme des végétations polypeuses, tantôt à base large, tantôt pédunculées, et paraissent former, par leurs tiges, des cavités plus ou moins distinctes, remplies d'air, qui s'observent le mieux vers le côté latéral. Les radiographies indiquent une distension considérable du cul-de-sac et, en même temps, rappellent le tableau caractéristique d'un lipoma arborisant (Fig. 3a, b).

*9 Avril.* — Opération (no. 517; MÖLLER). Ablation totale de la synoviale. Incision de Payr sur le côté interne. Dans l'articulation il y a de l'air et une certaine quantité de liquide trouble. Le cul-de-sac supérieur est considérablement distendu, et l'on voit, sur son côté intérieur, deux plis assez profonds. Dans la partie inférieure de l'articulation on trouve, sur la face intérieure de la capsule articulaire, des végétations en forme de breloques, contenant des quantités de cellules et ressemblant, dans leur ensemble, à un fin lipoma arborisant. Une partie des végétations siège à la jonction de la capsule avec le cartilage articulaire. De reste, l'intérieur entier de la capsule est d'un couleur rouge vif. Ablation totale de la synoviale; l'opération étant pratiquée assez facilement par la voie de l'incision. Le cartilage articulaire est d'une apparence parfaitement naturelle. Suture soigneuse des tissus. Agrafes dans la peau. Fig. 3 c.

*11 Avril.* — *Diagnostic anatomo-pathologique* (no. 376): Tuberculose. La pièce soumise est composée en moindre partie de tissu adipeux, mais plus largement d'un tissu synovial marqué par des altérations inflammatoires prononcées, sous la forme d'une infiltration abondante de cellules plasmatiques. D'autre part, la membrane synoviale contient de nombreux tubercules typiques et cellules géantes de Langhans. C'est un cas indubitable de gonite tuberculeuse. (Une partie des tissus non préparés a été triturée dans une solution saline, et, après avoir été centrifugée, a été inoculée sur des cobayes, tandis qu'un autre cobaye fut inoculé avec de l'xsudat de l'articulation. — LUNDQUIST.) — Réaction de précipitation, le 24 Avril: 55 millimètres; le 6 Mai: 28 millimètres. — *Diagnostic bactériologique:* réaction positive dans les cobayes (Fig. 00).

*15 Mai.* — Evolution post-opérative excessivement calme. Réunion par première intention. Un peu de sensibilité pendant la première semaine; mais, à partir de là, pas plus de malaise qu'après une arthrotomie simple; plutôt moins. Plus de douleur dans le genou; extension normale; flexion active et passive libre jusqu'à 90°. Aucune sensation de douleur dans les couches extérieures; pas de mouvements de latéralité. Il reste encore une tuméfaction diffuse; la circonference du genou gauche est de 5 centimètres plus grande que celle du genou droit. Le tuméfaction est ferme à la palpation, et s'étend à toutes les couches sauf à l'épiderme, qui est normal, mobil et pas coloré. La malade marche bien, sans boiterie apparente. Son état général laisse encore un peu à désirer; elle est un peu pâle et maigre. Réaction de précipitation: 46 millimètres. Hémoglobine: 48.

Dans tous les cas, l'examen fut fait après insufflation d'air selon la méthode préconisée par WEIL et LOISELEUR, TERRACOL et COLANERI, et d'autres. L'injection fut faite au moyen d'une aiguille à anesthésie ordinaire, assez fine, pour réduire au minimum un échappement possible dans les tissus le long de son trajet, d'où il résulteraient des flous dans l'image pneumographique. Un tube et une poire de caoutchouc furent adaptés au pavillon de l'aiguille; dans le tube fut inséré un petit cylindre de verre renfermant du coton stérilisé, destiné au filtrage de l'air. L'insufflation a été pratiquée aussi bien dans des articulations cliniquement libres d'épanchement que dans des articulations hydropiques; dans les cas de ce dernier caractère l'xsudat a toujours été évacué avant que l'air fût injecté. Dans les cas «secs» j'ai toujours préféré de ponctionner l'articulation directement, avec le genou fléchi à environ 90°, pour ne pas risquer de manquer le cul-de-sac supérieur et ainsi laisser échapper de l'air dans les tissus ambients. Avant de faire la ponction j'ai soigneusement repéré la dépression limité en haut par le condyle du fémur, en bas par le rebord supérieur du tibia, et médialement par le tendon quadripcital; puis, j'ai piqué au centre même de celle-ci, avec l'aiguille dirigée directement sur le point central de l'articulation — l'éminence intercondylienne. En faisant ceci on sent distinctement quand l'aiguille passe les parois antérieur et postérieur du pli muqueux de la synoviale; et encore, en cas d'accident, sera-t-on à même de pratiquer une expiration. Le besoin d'une telle ne se présentera pourtant absolument pas;

parce qu'on pourra toujours juger par la longueur de l'aiguille, si elle est dans l'articulation ou non. La technique de TERRACOL et COLANERI, qui consiste à faire la ponction juste à côté de la rotule, me semble moins pratique, à cause du voisinage immédiat du cartilage, et à cause de la difficulté qu'il y a de manier l'aiguille quand on change la position du malade; ce qui nécessite qu'on la retire déjà après la première insufflation. Dans mes examens, l'aiguille est restée en position, ce qui n'a jamais empêché qu'on allongât la jambe ou retirât l'exudat; après quoi l'on a procédé de nouveau avec l'insufflation. Je n'ai jamais essayé de mesurer la quantité d'air injectée. J'ai simplement continué l'insufflation jusqu'à ce que le malade a déclaré qu'il sentit une tension dans l'articulation; alors j'ai cessé immédiatement. De nombreuses expériences sur des cadavres m'ont prouvé la praticabilité de cette technique, tant en ce qui regarde la manière de ponctionner qu'en ce qui regarde l'insufflation même. Dans le cas où la tension dans le genou deviendrait trop grande, à cause d'une injection trop forcée, une partie de l'air s'échapperait dans les tissus ambients par la voie de l'ouverture faite par l'aiguille; cette ouverture servant ainsi comme soupape de sûreté pour la capsule articulaire.

Des radiographies ont été prises dans quatre projections au moins: médiale, latérale, antéro-postérieure et postéro-antérieure. Dans tous les cas où il y avait raison de supposer une lésion méniscale, un examen fut fait aussi avec le genou légèrement fléchi. L'examen fini, j'ai toujours essayé d'expulser, par pression, autant que possible de l'air, par la voie de l'aiguille. Normalement, l'air injecté remplira complètement l'articulation et le cul-de-sac supérieur. Dans un cas seulement j'ai vu se remplir les bourses séreuses du creux poplité. Les ménisques qui, de la paroi de la capsule, s'insinuent entre les surfaces articulaires sont généralement bien visibles (HOFFA, MARTINA, QUENU, TERRACOL et COLANERI, et autres). Sur des radiographies prises avec un rayonnement mou j'ai même pu distinguer les limites du cartilage recouvrant les contours corticaux, le plus nettement sur les condyles du fémur et sur la rotule. J'ai constaté aussi, tant sur des cadavres que sur des sujets vivants, que dans des «cas normaux» le cul-de-sac supérieur est un peu plus grand que la rotule. Le pli muqueux de la synoviale apparaît comme un espace opaque triangulaire au-dessous de cette dernière. Les contours de l'articulation sont réguliers partout.

Les trois cas rapportés ci-dessus représentent des altérations de l'articulation du genou, avec du lipoma arborisant, vérifiées par opération et par examen anatomo-pathologique. Les sujets sont deux hommes et une femme, et dans tous les cas le début de la maladie date d'assez loin; chez un de vingt-cinq ans environ, chez les deux autres de sept ans au moins. Dans tous les cas aussi, la maladie a débuté par un épan-

chement articulaire et des troubles arthritiques; chez nos. I et III à la suite immédiate d'un traumatisme plus ou moins prononcé. Le traitement a été celui qu'on emploie usuellement dans des affections de ce genre; c'est à dire, du repos au lit et des ponctions répétées. Les cas no. I et II reçurent, de plus, un traitement de roentgen, qui, chez no. II au moins, avait un effet nettement favorable. Des essais de culture avec l'xsudat donnèrent, dans tous les trois cas, un résultat négatif.

Les radiographies prises sans insufflation préalable montrèrent, dans tous les cas, simplement des altérations arthritiques déformantes, de sévérité moyenne, avec aplatissement léger des condyles et aiguisement de leurs coins. L'insufflation, au contraire, donne un image caractéristique, démonstratif. On obtient une distension considérable du cul-de-sac supérieur; dans un cas les bourses séreuses du creux poplité, aussi, ont apparu distendues. La distension du cul-de-sac prérotulien peut devenir si large que son pôle supérieur atteint le milieu de la diaphyse, et ses côtés les contours latéraux des tissus musculaires. Dans son paroi il y a des creux nombreux, ressemblant à des diverticules, et son intérieur est croisé par un plein réseau de trabécules. La distension de la capsule articulaire, par contre, est minime, quoique il y en a des indications. Répondant aux altérations anatomo-pathologiques, qui consistent dans des végétations polypeuses, de grandeur variable, dans la synoviale — situées surtout dans la partie inférieure du cul-de-sac supérieur, et parfois aussi dans l'articulation même — on voit sur les radiographies des plages opaques, de densité variable, dont les bases tantôt larges, tantôt pédonculées se continuent avec la paroi. Aux endroits où ces ombres sont réunies par masses, elles forment comme des grappes de raisins; mais on en trouve aussi des plus ou moins isolées. Quand elles siègent dans la partie inférieure de l'articulation, elles se continuent antérieurement avec le pli muqueux de la synoviale, dont l'apparence devient, en conséquence, plus irrégulière que normalement. Dans le cas no. I on voit, dans la vue de profil, une altération analogue dans le cul-de-sac postérieur externe; ce qui rend probable que des végétations lipomateuses ont existé dans cet endroit aussi. Les ménisques, qui généralement apparaissent dans toute leur netteté, semblent avoir leurs parties médiales intactes.

Je laisserai de côté ici la question de la pathogénie de cette affection, qui doit être considérée comme la forme monoarthritique du lipoma arborisant. Toutefois, il est intéressant de noter que le cas no. I termina par la mort du sujet, de tuberculose miliaire, trois semaines après l'intervention; et que, dans le cas no. III, l'examen anatomo-pathologique résulta dans un diagnostic précis de tuberculose. Dans le cas no. II, la réponse fut: du tissu granuleux non-spécifique.

A ces trois observations je désire ajouter encore une, intéressante par le fait que, dans celle-là, la pneumographie vint appuyer le diagnostic clinique, dans la suite confirmé par l'intervention.

*Obs. IV.* — Cas. no. 2009/1932. — Il y a environ quatre semaines, le malade sentit, au-dessus de la rotule de son genou droit, une tuméfaction, qui lui incommoda pourtant peu, sauf pour une sensation de tension. Il lui semble qu'il en avait eu une pareille, au même endroit, il y a quatre ou cinq ans.

*Examen à l'entrée.* — Bon état général. Cœur, poumons et urines: rien à remarquer. *Symptômes locaux:* Répondant au compartiment supérieur du cul-de-sac sus-rotulien il existe une tumeur arrondie, de la largeur d'un œuf de poule, rigidement fluctuante, douloureuse à la palpation (ganglion?).

*20 Octobre.* — *Examen radiologique* (Fig. 4a, b): Aucune altération décelable des os. Après insufflation, les dimensions du cul-de-sac supérieur se montrent plus petites que normalement. Dans son contour supérieur, d'ordinaire convexe, il y a ici, au contraire, une incurvation arrondie, due à la pression d'une tumeur tissulaire de la largeur d'un œuf de poule, qui, sur le cliché, se dessine nettement circonscrite, parce qu'une très petite quantité d'air s'est échappée dans les tissus qui l'entourent en arrière et sur les deux côtés.

*22 Octobre.* — Opération (no. 1524; MÖLLER). Extirpation. Incision médiane sur la ligne entre les muscles et le tendon quadriceps. La formation cystique est située sous ce dernier, nettement séparée du compartiment supérieur, dans lequel on pratique aussi une petite ouverture. Le cyste contient un liquide tenu, de couleur légèrement brunâtre. Extirpation. Suture précise de l'articulation. Etanchement soigneux de l'hémorragie. Suture. — *Diagnostic anatomo-pathologique* (no. 1014): Ganglion. Aucune indication de processus spécifique ou de tumeur.

Parmi les faits cités par WEIL et LOISELEUR, dans leur article sur les pneumoséreuses du genou, il y a ceci, que l'insufflation permet de déceler l'existence de cloisonnements partiels dans la séreuse enflammée. Dans des cas normaux j'ai pu observer, moi-même, une subdivision du cul-de-sac supérieur par des septa verticaux et transversaux; mais de sorte que la communication entre les différents compartiments était conservée. Du moment où cette communication cesse, par suite d'un processus soit inflammatoire, soit autre, il se forme une «tumeur cystique», qui produira alors les symptômes cliniques décrits plus haut, et, après insufflation, un image radiologique caractérisé par la diminution du cul-de-sac supérieur, et par l'impression du «cyste» dans la partie du sac immédiatement opposée.

Les quatre cas que je viens de décrire représentent seulement une très petite partie des pneumoséreuses articulaires du genou que j'ai eu l'occasion de pratiquer. Pas dans un seul cas je n'ai observé la moindre complication à la suite de l'insufflation, soit dans la forme de synovite persistante, soit dans la forme de ces embolies gazeuses contre lesquelles SCHÄDEL et plusieurs autres auteurs ont cautionné. Pareillement à

CHAUVIN et BOURDE, TERRACOL et COLANEI, CATTANEO et d'autres encore, je ne puis que recommander le plus vivement ce mode d'investigation; insistant non seulement sur ses avantages précieux, mais aussi sur son innocuité absolue.

### RÉSUMÉ

L'auteur décrit trois cas de lipoma arborisant et un cas de »ganglion», tous dans la région du genou. Tous les cas furent examinés aux rayons de roentgen, sans et avec insufflation de l'articulation. Ce ne fut que par la dernière méthode que les altérations pathologiques assez caractéristiques pouvaient être observées.

### SUMMARY

The author describes three cases of lipoma arborescens and one of »ganglion», all in the region of the knee-joint. In all four, roentgen examination was made both before and after injection of air. Only under the conditions resulting from the insufflation could the rather typical pathological changes be observed.

### ZUSAMMENFASSUNG

Verf. beschreibt drei Fälle von Lipoma arborescens und einen Fall von »Ganglion», alle in der Kniegelenkregion. In allen vier Fällen war sowohl vor als auch nach Lufteinblasung eine Röntgenuntersuchung vorgenommen worden. Nur unter den durch Lufteinblasung gegebenen Bedingungen konnten die recht typischen pathologischen Veränderungen beobachtet werden.

### LITTÉRATURE

- WERNDORF u. ROBINSON: Verhandl. d. Gesellschaft f. Orthopädie, 1905.
- GRASHEY: Atlas de Radiographie, p. 119.
- HOFFA: Berliner klin. Wochenschrift, 1905.
- MARTINA: Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie, Bd. LXXXVIII.
- QUENU: Bull. et Mém. de la Soc. de Chirurgie de Paris, vol. XXXIX.
- TERRACOL et COLANEI: Presse Médicale, 1920 et 1921.
- WEIL et LOISELEUR: Presse Médicale, 1917.
- CHAUVIN et BOURDE: Revue d'Orthopédie, 1925.
- LEFEVRE et DUBOURG: Arch. Gén. de Chirurgie, 1913.
- CATTANEO: Bollettino delle Specialità Medico-Chirurgico, 1929.



# FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG AUF DEM GEBIETE DER RÖNTGENTECHNIK<sup>1</sup>

Einleitung zum Besuch der »Nederlandsche Vereeniging voor Electrologie en Röntgenologie« am 16. Juni 1932 im Laboratorium der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Von

*A. Bouwers*

## Das heutige Röntgenlaboratorium

Bei dem vor einigen Jahren in Agriff genommenen Bau der neuen physikalischen Laboratorien war für die Abteilung Röntgenforschungen ein eigener Flügel vorgesehen. Die so entstandenen Speziallaboratorien sind mit allen modernen Hilfsmitteln ausgestattet und dienen mit einem umfangreichen Stab von Spezialisten den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nicht nur des eigenen Werkes sondern auch der C. H. F. Müller A. G., Hamburg. Zu diesem Zweck arbeitet eine Reihe von Physikern und Ingenieuren dieser Firma teils ständig, teils vorübergehend hier gemeinsam mit uns an der Lösung der verschiedensten Aufgaben auf dem Röntgengebiete.

Der Gebäudeteil, welcher diese Laboratorien enthält, ist für Versuche mit Röntgenstrahlen und für Arbeiten mit sehr hohen Spannungen besonders eingerichtet. Zu diesem Zweck sind seine Wände überall dort, wo intensiv mit Röntgenstrahlen gearbeitet wird, als Hohlmauern ausgeführt; der Zwischenraum zwischen den beiden Steinwänden ist mit Bariumkarbonat ausgefüllt. Auch sind die Türen in dem Teil mit einer Bleischicht ausreichender Stärke bekleidet, um ein Eindringen der Röntgenstrahlen aus dem jeweiligen Arbeitsraum in ein anderes Zimmer von vornherein unmöglich zu machen. Wenn eine derartige Vorsichtsmaßnahme bei der Benutzung moderner Röntgenanlagen für die persönliche Sicherheit auch nicht erforderlich ist, so bleibt diese Abschirmung mit Rücksicht auf laboratoriummässige genaue Messungen doch überaus nützlich.

<sup>1</sup> Bei der Redaktion am 1. VII. 1932 eingegangen.



Fig. 1. Ansicht des Röntgenlaboratoriums.

Der Hochspannungssaal für Spannungen bis zu einer Million Volt reicht durch zwei Stockwerke und enthält je eine Anlage für 400,000 und 900,000 Volt, die unter Verwertung der letzten Errungenschaften gebaut sind und zahlreiche Erleichterungen für Hochspannungsmessungen, Schaltmöglichkeiten usw. aufweisen.

Das Röntgenlaboratorium geniesst das Vorrecht einer ständigen Führung mit den anderen Laboratorien für physikalische, chemische und metallographische Untersuchungen. Hierdurch wird nicht nur die Lösung von Spezialaufgaben oft erheblich erleichtert oder beschleunigt, sondern bleiben auch die Mitarbeiter über die wichtigsten Ergebnisse auf benachbarten Wissensgebieten orientiert.

Als zu seiner Aufgabe gehörig betrachtet das Röntgenlaboratorium vornehmlich vier Untersuchungsgruppen:

1. die physikalischen Forschungen, die eine bessere Einsicht in die bei der Erzeugung und Anwendung der Röntgenstrahlen auftretenden Erscheinungen, bezw. die Entdeckung neuer Eigenschaften bezeichnen. Zu diesem Forschungsgebiet rechnen wir die Untersuchungen an der Röntgenröhre und überhaupt an Entladungsrohren für hohe Spannungen.
2. technische Untersuchungen. Dazu gehören beispielsweise Durchschlagserscheinungen an Isolatoren, Wärmeleitung, und Wärmestrahlung, mechanische Eigenschaften und dergl. Diese Untersuchungen, wenngleich nicht unmittelbar auf bestimmte Apparate gerichtet, nähern sich doch schon dem Entwurf, indem sie das technische Wissen verschaffen, das zum Entwurf eines Apparates erforderlich ist, oder sogar einen einstweiligen Entwurf zum unmittelbaren Ergebnis haben.

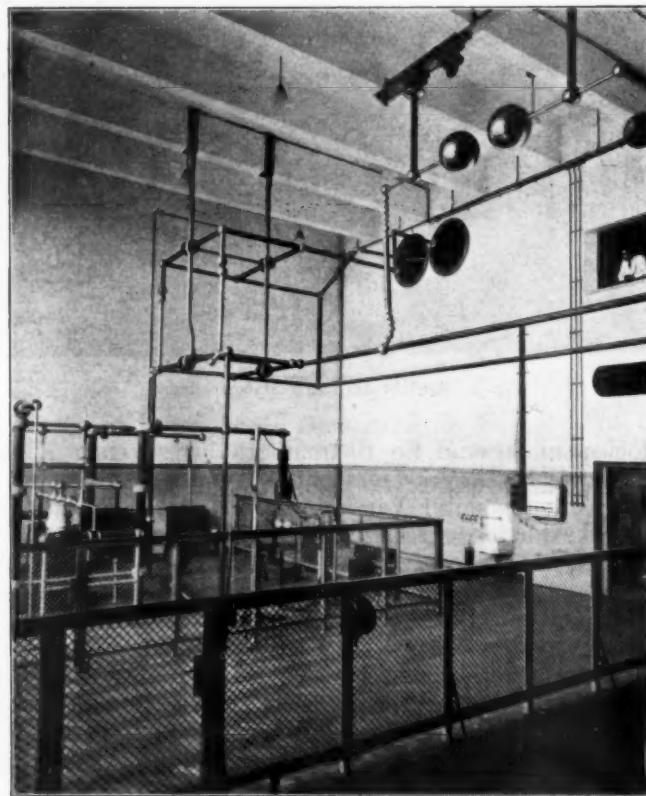


Fig. 2. Hochspannungssaal.

3. die Entwicklung von Apparaten. Dieser Teil befasst sich mit dem prinzipiellen Entwurf. Die Haupteigenschaften des Apparates werden festgelegt und die grundsätzlichen Eigenschaften untersucht. Ein in Einzelheiten ausgearbeiteter Konstruktionsentwurf wird später von einer besonderen Gruppe angefertigt, die sich schon in die Fabrikation eingliedert. Mit dem endgültigen Entwurf und der Fabrikation selbst wird ständig Fühlung gehalten.
4. Anwendung der Röntgenstrahlen.
  - a) Medizinische Anwendung: Diagnostik und Therapie.
  - b) Aussermedizinische Anwendung: industrielle und Wissenschaftliche Zwecke.

### Einige Ergebnisse der Röntgenforschung

Wir hatten schon das Vorrecht, einige Forschungsergebnisse aus den letzten Jahren in einem Vortrag vor der Röntgengesellschaft zu behandeln und teilweise auch zu veröffentlichen. Statt sämtliche Ergebnisse, die ja schon grösstenteils bekannt sind, übersichtlich darzustellen, ziehe ich es daher vor, meine Ausführungen auf einige Hauptpunkte zu beschränken, die zum besseren Verständnis der zu besichtigenden Teile von Bedeutung sein können; ferner lege ich ein Verzeichnis der wichtigsten Veröffentlichungen der Röntgengruppe bei. Solange der Vorrat reicht, stellen wir Sonderdrucke von diesen Arbeiten gern zur Verfügung.

Auf einige Hauptpunkte — um nicht zu sagen Meilensteine — im Entwicklungsgang unserer Röntgenapparate zurückgreifend, nenne ich an erster Stelle die Entstehung der Metallröhre im Jahre 1923, nachdem die Chromeisenverschweissung die Möglichkeit geschaffen hatte, Glas mit Metall von beliebigem Durchmesser in zuverlässiger Weise zu verbinden. Die »Metalix»-Röhre (Lit. 2, 3) war die erste Röhre mit vollständigem Strahlenschutz für die ärztliche Praxis und ist auch wie Sie ja wissen, lange Zeit hindurch die einzige geblieben.



Fig. 3. Brennflecke von Röhren mit Rund-Strich- und Rotalix-Focus bei gleicher Belastbarkeit.

Das Prinzip der *Spannungsteilung*, das schon in den »Metalix»-Röhren Anwendung fand, führte zu kleineren Abmessungen dieser Röhre und schliesslich zum Entwurf einer sehr kompakten Röntgenanlage; es ist dies der im Jahre 1927 entstandene »Metalix»-Apparat (Lit. 8) der zum ersten Mal in der medizinischen Diagnostik einen vollkommenen Hochspannungsschutz mit einem einwandfreien Strahlenschutz vereinigt. Ebenfalls zum ersten Male wurde damit gleichzeitig ein Röntgengerät in den Handel gebracht, bei dem *Hochspannungskabel mit bieg samem Metallmantel* benutzt werden. Diese prinzipielle Lösung des Hochspannungsschutzes, sowie die erlangte Einsicht in den Apparatebau, worauf ich später noch zurückkomme, führte dann allmählich zum Entwurf einer Serie von Röntgengeräten für Diagnostik und Therapie.

Ich möchte mich auf die allgemeinen Grundsätze beschränken, auf denen diese Apparate beruhen, und nenne daher ausser dem vollkommenen Hochspannungs- und Strahlenschutz erstens das Prinzip der Homogenisierung der elektrischen Feldstärke. Die Spannungsteilung bei

Röntgenröhren, ein wichtiger Schritt in dieser Richtung, habe ich bereits erwähnt. Sämtliche Apparate werden in der Mitte geerdet, wodurch gewissermassen zwei halbe Apparate, jeder für die halbe Spannung, entstehen. Nun ist es Ihnen bekannt, dass die doppelte Spannung vielmehr als das Doppelte der Isolierung bedingt, wie es z. B. aus der Länge

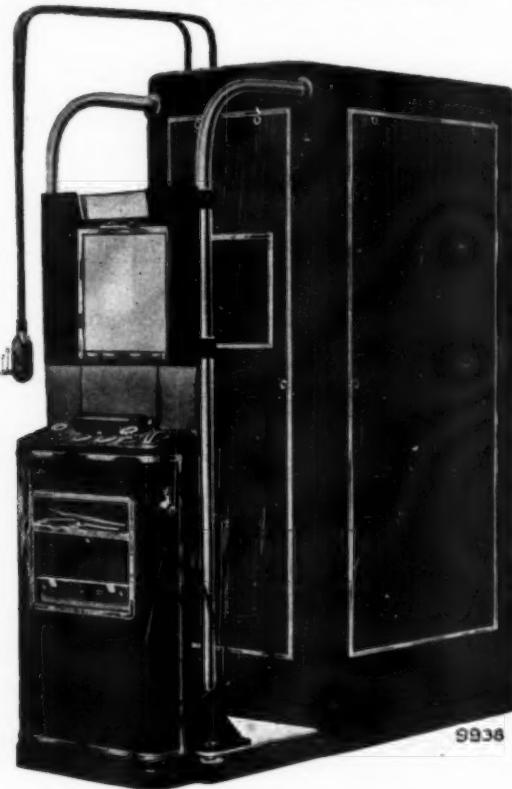


Fig. 4. Rotalixröhren-Apparat.

einer Metallspitzen-Funkenbahn hervorgeht, die für 50 kV ca. 6 cm, für 100 kV dagegen 16 m lang ist. Im Bau von Transformatoren und Röntgenröhren ist dieser Grundsatz noch weiter durchgeführt, da auch jede der Spannungshälften wieder gleichmässig verteilt ist. Diese Homogenisierung der Spannung wird in allen Einzelteilen angestrebt, wodurch die Abmessungen unserer Geräte bedeutend kleiner sind als die der bisher gangbaren Ausführungen.

Ein weiterer Punkt von grundlegender Bedeutung ist die *Energiefrage* bei Diagnostikgeräten. In den letzten Jahren ist eine u. E. ganz unbegründete Nachfrage nach grossen Energien entstanden, unbegründet, weil sie der Güte des Röntgenbildes nicht zugute kommt sondern sie ganz im Gegenteil sogar beeinträchtigt hat (Lit. 34). Das Studium der Frage »Bildschärfe und Kontrast» führte zu der Schlussfolgerung, dass eine Röntgenröhre mit grossem Fokus von beispielsweise 4 mm oder mehr und ein zugehöriger Hochleistungsröntgenapparat selten oder nie Zweck haben. Sogar Momentaufnahmen von Herz und Lungen können mit einem Fokus von weniger als 3 mm in jeder Beziehung qualitativ ebenso gut sein wie Aufnahmen, die mit grösseren Brennflecken und dementsprechenden Energien (von 10 kW und mehr) hergestellt sind. Aus diesem Grunde wurden Apparate mit mässiger Energie entworfen, bei denen jedoch auch gleichzeitig der Grundsatz der rationellen Belastung angewandt wird.

Unter *rationeller Belastung* möchte ich die Belastung der Röntgenröhre in der Nähe der Belastungsgrenze verstehen (Lit. 5, 31). Da nun die Röntgenröhre in unseren Apparaten bis in die Nähe der zulässigen Grenze belastet wird, erreicht man immer fast optimale Bildschärfe. Natürlich sind einwandfreie Ergebnisse nur bei günstigster Dunkelkammertechnik möglich, und daher weisen wir auch fortwährend nachdrücklich auf die Bedeutung dieses Faktors hin.

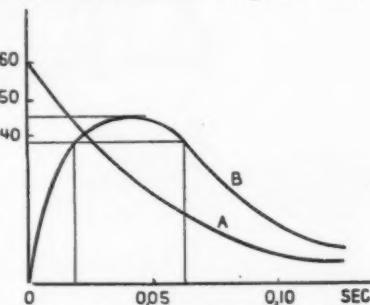


Fig. 5. Kondensatorentladung durch die Röntgenröhre.  
A. Spannungsverlauf ohne Drosselspule.  
B. , mit Drosselspule.



Fig. 6. »Metalix-Apparat« für Tiefentherapie.



Fig. 7. »Metalix»-Apparat für »Probstruktur»-untersuchung.

Die besondere Konstruktion der Röntgenröhre hat eine Erhöhung der Strahlenausbeute bei Wechselstrombelastung ermöglicht; indem der Strom nämlich praktisch nur durchgelassen wird, solange die Spannung ihren Höchstwert erreicht. Durch dieses Mittel wurde die Strahlenausbeute des »Metalix»-Apparates im Vergleich zu anderen Geräten zuerst um etwa 40 % gesteigert. Durch die Anlegung eines *wechselnden Gitter-*

*potentials* (Lit. 31) konnten wir in dieser Richtung noch weiter gehen und die Röntgenstrahlung bei gleichbleibendem Energieaufwand verdoppeln.

*Die drehbare Anode.* Um 1927 gelang es uns zum ersten Mal, eine Röntgenröhre mit beweglicher Anode herzustellen. Während die Energiesteigerung durch die Brennfleckvergrößerung keine Bildverbesserung ergab, ist diese Verbesserung durch eine Steigerung der spezifischen Belastbarkeit sehr wohl zu erzielen (Lit. 10, 16). Eine Untersuchung der Erhitzung der Anode bei Momentbelastung (Lit. 4) lehrte, dass sich die spezifische Belastbarkeit nur mit einer beweglichen Anode vergrössern lässt. Der Strichfokus schuf im Vergleich zum Rundfokus bereits eine Verbesserung mit dem Faktor 2, und die drehbare Anode ihrerseits hat es sogar ermöglicht, auch gegen den Strichfokus wieder eine weitere Verbesserung mit dem Faktor 8 bis 9 zu stande zu bringen.

Das Suchen nach der wirtschaftlichsten Spannungsquelle für Belastungen von sehr kurzer Dauer führte zum Kondensatorapparat und, als Sonderausführung desselben, zum Rotalixröhren-Apparat (Lit. 26, 32). Grundsätzlich und neu bei diesem Apparat ist die Einführung der *Drosselspule*, wodurch sich der Verlauf der Spannung mit der Zeit bei der Kondensatorentladung für die Röntgenaufnahme überaus günstig gestaltet.

Für *Therapie* sind 3 Apparate entworfen worden, die ausser dem Hochspannungs- und Strahlenschutz alle folgenden Eigenschaften gemein haben: *beschränkte Abmessungen, einfachste Bedienung und lichte Reproduzierbarkeit* der Dosis. Beim Apparat für Oberflächentherapie ist die Dosis durch die Anwendung einer selbstdämmigen Vorrichtung (Lit. 19) sogar praktisch konstant. Zu dem Gerät für höhere Spannungen (bis zu etwa 100 kV), das noch in der Entwicklung begriffen ist, ist ebenfalls eine derartige automatische Regelung geplant und der Apparat für Tiefentherapie ist so eingerichtet, dass sich die Dosis an Hand einer einfachen Tabelle wenigstens annähernd im voraus ermitteln lässt.



Fig. 8. »Metalix»-Apparat für Feinstrukturuntersuchungen.

Von weniger direktem Interesse für Sie sind die *Geräte zur Untersuchung von Materialfehlern in der Technik*, Apparate, die in Bezug auf den elektrischen Teil von den Therapiegeräten nicht stark abweichen, mit Rücksicht auf ihre technische Anwendung jedoch anders konstruiert sind.

Ein besonders kompakter und bequem zu bedienender *Apparat* wurde *für sog. Strukturaufnahmen von Kristallen*, Faserstoffen usw. entwickelt. Von Einzelheiten kann ich hier jedoch wohl absehen (Lit. 27).

Erwähnen möchten wir noch den *Belichtungsautomaten*, der in Hamburg bei Müller (Lit. 25) ausgearbeitet worden ist und auf der Tatsache beruht, dass bei einer bestimmten, gerade ausreichenden durchschnittlichen Schwärzung auch eine bestimmte Röntgendiffusionsdosis den Film passiert hat. Wenn die Dosis also den im voraus eingestellten Wert erreicht hat, wird die Hochspannung automatisch abgeschaltet. Mit Hilfe dieses Belichtungsautomaten ist es möglich auch bei Apparaten älterer Bauart, bei denen die Standardisierung nicht so vollkommen durchgeführt ist wie bei den »Metalix»-Apparaten, an ganz verschiedenen Apparaten zu weit auseinanderliegenden Zeiten vergleichbare Röntgenaufnahmen herzustellen.

In Bezug auf die Forschungsergebnisse, die nicht unmittelbar zu technischen Anwendungen geführt haben, möchte ich mich mit einem Hinweis auf das beigelegte Literaturverzeichnis begnügen.

### Weitere Entwicklung

Die bisher aufgezählten Apparate und Anwendungen dürfen als mehr oder weniger bekannt gelten. Ich möchte Ihnen jetzt aber auch einige der neueren Forschungsergebnisse nennen, die bisher noch nicht veröffentlicht sind.

Zunächst wäre da ein ganz *neuartiger Hochspannungsgleichrichter*, der auf einem bisher in der Röntgentechnik noch nicht angewandten Prinzip beruht. Der wesentliche Vorzug dieses Gleichrichters besteht in der völligen Aufhebung des Spannungsverlustes, der im Vergleich zu den Glasventilröhren ja auch schon bei den heutigen »Metalix»-Ventilen beträchtlich herabgesetzt ist (Lit. 24).

Ein zweites neues Erzeugnis, das wir Ihnen allerdings erst im Entwurf zeigen können, ist ein *neuer Röntgenapparat mit Vierventilgleichrichtung*. Hier werden diese neuen Ventile zum ersten Male benutzt, und sie haben u. a. die Anwendung so kleiner Abmessungen möglich gemacht, dass eine nur etwas vergrößerte Schalttafel die ganze Hochspannungsquelle enthält; an diese Spannungsquelle wird die hochspannungssichere Röntgenröhre in der schon bekannten Weise mit biegsamen Kabeln angelassen.

Gleichzeitig mit dem neuen Vierventilapparat wurde auch ein *Gerät für äusserst kurze Momentaufnahmen* geschaffen. Beabsichtigt wird, diesen Apparat auf Wunsch nachträglich zu dem Vierventilapparat zu liefern, so dass dieser je nach Bedarf entweder mit oder ohne Momentapparat betrieben werden kann. Die erforderliche Einrichtung für die Umschaltung auf den Momentapparat und für die Bedienung desselben ist schon am Vierventilgerät vorgesehen.

Ein *neuer Zeitschalter* gestattet die Herstellung von Aufnahmen von wenigen Hundertstel Sekunden bis zu einigen Sekunden mit grösster Genauigkeit und in beliebig rascher und häufiger Aufeinanderfolge. Dieser Zeitschalter wird auch in dem neuen Vierventilapparat benutzt.

Sodann soll eine *verbesserte Röhre mit drehbarer Anode* und vergrösserter Belastbarkeit vorgeführt werden.

Ferner werden Sie Gelegenheit haben einen *Metallmantel mit Kabeln für Diagnostikröhren* zu besichtigen, der eine vollkommene Abschirmung der Hochspannung bewirkt. Dieser Metallmantel kann mit jeder Hochspannungsquelle gebraucht und an jedes Hochspannungsnetz angeschlossen werden. Damit ist die Möglichkeit gegeben, bestehende Anlagen wenigstens praktisch hochspannungssicher einzurichten. Durch die *Einführung eines neuen Kühlverfahrens* (Lit. 38) bei dem die Wärmekapazität grosser Metallmassen eine wichtige Rolle spielt, erübrigts sich jegliche Kühlung durch eine Flüssigkeit und sogar ein Ventilator ist nicht mehr notwendig. Daraus resultiert eine denkbar einfache An- und Umschaltung mehrerer Röhren, die an einer Stromquelle abwechselnd betrieben werden sollen, weil gerade die Zuführung des Kühlmittels in solchen Fällen komplizierte und teure Massnahmen erfordert.

Im Entwurf befindet sich weiter ein *besonderer Hochspannungsschalter*, mit dem die gewünschte Röhre durch einen einzigen Kontakt unter Spannung gesetzt werden kann; gleichzeitig werden mehrere ebenfalls an das Hochspannungsnetz angeschlossene Röhren ausgeschaltet.

In der Gruppe für Forschungen werden Sie einigen Versuchen auf dem Gebiete der Elektronenbewegung in einem weitgehend verdünnten Gase beiwohnen und außerdem zeigen wir Ihnen dort ein neues *Dosimeter zum Messen sehr kleiner Dosen*, die viele Male kleiner sind als die sog. Toleranzdosis. Mit diesem Instrument wird im Prinzip die Möglichkeit geschaffen, unmittelbar festzustellen, ob Strahlengefahr vorliegt oder nicht.

Schliesslich werden Ihnen im Hochspannungssaal noch die »Millionenvoltanlage« und eine »Metalix«-Röhre im Betrieb an einer Anlage für Stoßspannungen mit 500 kV vorgeführt.

## ZUSAMMENFASSUNG

Einrichtung und Organisation des Röntgenlaboratoriums werden beschrieben. Einige Ergebnisse der Forschung des Laboratoriums in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Röntgentechnik werden erwähnt: Metalix-Röhre, Glas-Chromeisenverbindung, Prinzip der geteilten Spannung, hochspannungssichere Apparate mit Kabeln, Rotalix-Röhre, Energiebeschränkung und Vereinfachung der Apparatur für Diagnostik, Rotalix-Apparat mit Kondensatorenentladung über Drosselpule, Metalix-Röhren für sehr hohe Spannungen.

Eine Anzahl Untersuchungen Mitte 1932 im Gange werden beschrieben und Verschiedenes demonstriert.

Schliesslich folgt eine Aufstellung der Veröffentlichungen des Laboratoriums bis Mitte 1932.

## SUMMARY

The author describes the installations and organisation of the laboratorium for roentgen work, and mentions some of the researches made by the laboratorium during the last years in the field of roentgenological technique, such as metalix tubes, glass and chrome-iron connexions, the principle of divided tension, high tension apparatus with cables, rotalix tubes, energy reduction and simplification of the apparatus for diagnostical work, rotalix apparatus with condensator current over throttle spool, and metalix tubes for very high tensions. A number of researches that were still under way in the summer of 1932 are described, and several proceedings demonstrated. Lastly is given a list of the laboratorium's publications up to the middle of 1932.

## RÉSUMÉ

L'auteur décrit l'installation et l'organisation du laboratoire Röntgen.

Il mentionne quelques résultats obtenus dans la technique radiologique par les recherches du laboratoire: tubes Metalix, combinaisons verre-fer chromé, principe de la répartition de la tension, appareils de sûreté à haute tension avec câbles, tubes Rotalix, limitations de l'énergie et simplification de l'instrumentation de diagnostic appareil Rotalix avec charge du condensateur par bobine de self, tubes Metalix pour très hautes tensions.

Description d'un certain nombre de recherches en cours au milieu de 1932 et démonstrations diverses.

Enfin, liste des publications du laboratoire jusqu'à la moitié de 1932.

## LITERATUR

1. A. BOUWERS, Über die Schwärzung der photographischen Platte durch Röntgenstrahlen und ihre Anwendung zur Intensitätsmessung. Zts. f. Physik 14, 374, 1923.

2. A. BOUWERS, Wen nieuwe Röntgenbuis. *Physica* 4, 173, 1924.
3. —, Über eine neue metallene Röntgenröhre. *Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 33, 575, 1925.
4. —, Über den Temperaturverlauf an der Anode einer Röntgenröhre. *Zts. f. techn. Physik* 8, 271, 1927.
5. H. FRANKE, Aufnahmetechnik im Grenzgebiet der Röhrenleistung. *Verh. d. DRG. Kongressheft Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 1927, S. 109.
6. A. BOUWERS, Les tubes »Metalix» et le développement de la technique radiologique. *Jrnl. Belge de Radiologie*, 1928.
7. A. BOUWERS und P. DIEPENHORST, Die Intensität der Röntgenstrahlen als Funktion des Winkels ihres Austritts aus der Antikathodenoberfläche. *Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 38, 894, 1928.
8. A. BOUWERS, A new X-Ray apparatus with complete X-Ray and electrical protection. *Acta Radiologica IX*, 60, 1928.
9. —, Der Brennfleck einer Röntgenröhre und die Belastbarkeit. *Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 40, 284, 1929.
10. —, Eine Metallröntgenröhre mit drehbarer Anode. *Verh. der D. R. G., Kongressheft Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 40, 103, 1929.
11. A. BOUWERS und W. G. BURGERS, Röntgenstrahlen als hulpmiddel bij het onderzoek van echte en gekweekte parels. *De Natuur*, November 1929.
12. A. BOUWERS, Selfprotecting tubes and their influence on the development of X-Ray technique. *Radiology XIII*, 191, 1929.
13. J. H. VAN DER TUUK und W. HONDIUS BOLDINGH, Die Bleischutzsicken in den deutschen Strahlenschutzvorschriften. *Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 41, 1, 1930.
14. W. HONDIUS BOLDINGH, Vereinfachte und standardisierte Stereotechnik. *Röntgenpraxis* 1, 1, 1929.
15. —, Ein Verfahren zur Prüfung des Entwicklers. *Acta Radiologica XI*, 217, 1930.
16. A. BOUWERS, Een Röntgenbuis met draaiende antikathode. *Physica* 10, 125, 1930.
17. A. BOUWERS und J. H. VAN DER TUUK, Strahlenschutz. *Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 41, 767, 1930.
18. A. BOUWERS, Röntgenröhren mit vollständigem Hochspannungsschutz bis 200 kV. *Strahlenther.* 38, 157, 1930.
19. W. HONDIUS BOLDINGH Ein Oberflächentherapie-Apparat mit konstanter Strahlung. *Strahlentherapie* 38, 1, 1930.
20. W. HONDIUS BOLDINGH und J. H. VAN DER TUUK, Materaalonderzoek met Röntgenstralen. *Electrotechniek*, Mei 1930.
21. J. H. VAN DER TUUK, Röntgenstralen in dienst der laschtechniek. *Electrotechniek*, Aug. 1930.
22. A. DAAN, Over de beteekenis van de Röntgenbuis met draaiende anode voor de longröntgenographie. *Ned. Tijdschr. v. Geneesk.* 74, 1873, 1930.
23. J. H. VAN DER TUUK, Over de baan van electricisch geladen deeltjes onder invloed van een electrostatisch veld. *Physica*, 10, 123, 1930.
24. P. VIERKÖTTER, Die Bedeutung und Nutzbarmachung neuerer physikalischer Erkenntnisse auf dem Gebiete der Glühkathodenventile für die diagnostische und therapeutische Röntgenologie. *Kongressheft Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen* 42, 143, 1930.
25. H. FRANKE, Der Belichtungsautomat. *Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 42, Kongressh., S. 152, 1930.

26. A. BOUWERS, Über die Technik der Momentaufnahmen. *Acta Radiologica* 12, 175, 1931.
27. A. BOUWERS und W. BUSSE, Ein einfacher strahlen- und hochspannungs-sicherer Apparat für Strukturaufnahmen. *Zts. f. Kristallographie* 77, 507, 1931.
28. J. H. VAN DER TUUK, Röntgenlinien modifizierter Frequenz nach Ray. *Die Naturwissenschaften* 19, 308, 1931.
29. —, Over metingen betreffende de stralenbescherming bij hooge spanningen. *Ned. Tijdschr. v. Geneesk.* 75, ?, 1931.
30. —, Untersuchung von Schweissnähten mit Röntgenstrahlen. *Verh. I. Schweisstechn. Kongress f. Dampfkesselbau*, S. 102—1931.
31. A. BOUWERS, Nouvelles possibilités en Radiologie. *Arch. d'Électr. méd.*, octobre 1932.
32. W. HONDIUS BOLDINGH, Un appareil spécial pour l'examen radiographique du thorax.
33. G. J. VAN DER PLAATS, Radiothérapie superficielle avec un appareil spécial.
34. A. BOUWERS, Economy and Quality in Radiology. *The Brit. Jrnl. of Radiol.* V, 311, 1932.
35. G. J. VAN DER PLAATS, Eenige opmerkingen over de zoogenaamde planigraphy met Röntgenstralen. *Ned. Tijdschr. v. Geneesk.* 76, 1081, 1932.
36. W. HONDIUS BOLDINGH, Vereinfachte Vorausbestimmung der Dosis in der Therapie. *Strahlenther.*, Verh. d. D. R. G., Dresden, 1932.
37. —, Hoogspanningszekere Röntgenapparaten. *De Ingenieur*, 47, Nr. 24, E 62, 1932.
38. A. BOUWERS, Über eine neue Anodenkühlung für Röntgen-Röhren. *Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr.* 46, 1932.



FROM THE PHYSICAL LABORATORY OF RADIUMHEMMET, STOCKHOLM.  
(CHIEF: R. M. SIEVERT)

---

## THE NEW APPARATUS FOR TELERADIUM TREATMENT USED AT RADIUMHEMMET\*

by

*Rolf M. Sievert*, Stockholm

In 1921 BERVEN introduced teleradium treatment at Radiumhemmet using a leadprotected bomb. A year later LYSHOLM<sup>1</sup> designed an apparatus in which a lead cylinder absorbing 70 % to 80 % of the hard gamma-rays screened the radiation in all directions except that in which the irradiation was to be applied. This method of treatment is being increasingly used, and teleradium apparatuses of many kinds have been designed. The technical development of the »radium bomb» has proceeded along two different lines. In one type, the apparatus is counterbalanced or provided with spring devices and thus very easily moved, allowing the bomb to follow fairly freely the movements of the patient during the treatment without upsetting the adjustment appreciably (LYSHOLM<sup>1</sup>, KESSLER and SLUYS<sup>2</sup>), and in the other the bomb is fixed, whereby the technical exactitude of the adjustments can be made more perfect (BRUZEAU and FERROUX<sup>3</sup>, FAILLA<sup>4</sup>, STENSTRÖM<sup>5</sup>, and MALLET<sup>6</sup>).

Both principles have been used both for permanent fixtures in rooms specially reserved for this kind of treatment and for portable stands.

When, thanks to the King Gustaf V Jubilee Fund, increased quantities of radium were put at the disposal of Radiumhemmet in 1929, the task of designing a radium bomb for large radium quantities (> 2 gm.) was entrusted to the author in consultation with Dr. E. BERVEN, Chief Phy-

\* Submitted for publication, 28. I. 1933.

<sup>1</sup> Acta Radiol. 2, p. 516, 1923.

<sup>2</sup> Strahlenther. 29, p. 385, 1928.

<sup>3</sup> Le Cancer, Numéro spécial, 1927.

<sup>4</sup> Amer. Journ. 20, p. 128, 1928.

<sup>5</sup> " " 11, p. 176, 1924.

<sup>6</sup> Bull. de l'Acad. de méd. 5, p. 146, 1925.

sician to Radiumhemmet. The result was that a fixed type of bomb was adopted, to be mounted in a special room reserved for the purpose. After trial of one bomb at Radiumhemmet, three more were subsequently

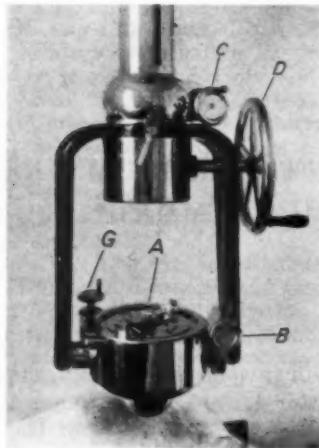


Fig. 1.



Fig. 2.

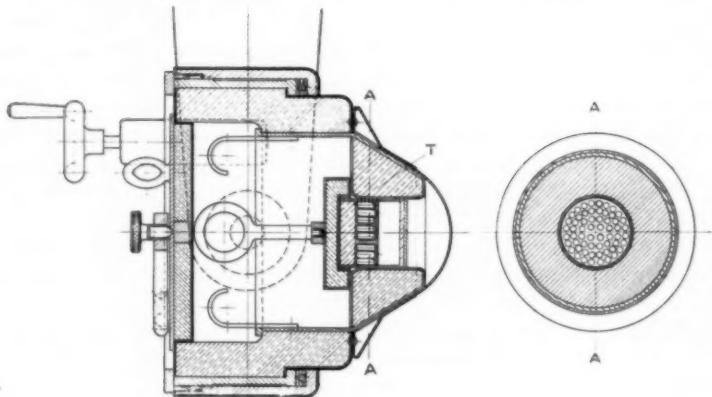


Fig. 3.  
Scale 1:5.

to be made on the basis of the experience gained. These teleradium equipments should be installed at Radiumhemmet in Stockholm, in the General Hospital in Lund, and in the Sahlgren Hospital in Gothenburg.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> A similar apparatus has later been installed in the Radiumhospitalet at Oslo.

The design of the first Jubilee Fund teleradium apparatus is shown in Figs. 1, 2, and 3. The bomb-holder A can be turned on a horizontal axis by the wheel B, and on a vertical axis by the wheel C. By means of D it can be raised or lowered, this movement being balanced by a counterweight E. The whole stand is fixed on a trolley F, running on rails in the ceiling, operated in two directions at right angles to each other by ropes, and fitted with brakes. The radium bomb can also be turned round its own axis by the wheel G, which is of course only used when rectangular fields are employed. Fig. 3 is a section of the bomb itself. This is made of lead-lined brass. The radium quantity is distributed in 50-mg tubes of about 5 mm diameter and 5 mm *effective* length (see Fig. 4) placed upright in a bakelite disc. The filtration of the tube walls is equivalent to about 1 mm of lead. In addition, an extra filter, equivalent to about 5 mm of lead, is provided between the tube and the skin.

Originally, the bomb T in Fig. 3 was intended to be exchanged if a different shape and size of field was desired, but this proved troublesome and risky, as the radium container had to be removed and to some extent re-packed.

Experience of this first design gave the following hints to be observed in the final design.

- 1) A fixed type of bomb is preferable.
- 2) Lateral movement is not essential, as the operating table can easily be moved, if suitably designed.
- 3) All adjustments must be very accurate, with no vibration or play.
- 4) Treatments should be standardized to a very small number (2 to 4) of different fields, partly to avoid mistakes and partly to make the change-over from one field to another as simple as possible.
- 5) The bomb should allow treatment of inaccessible parts of the body without any necessity of cutting down the lead protection too much.
- 6) Insertion and removal of radium from the bomb should be free from risk.
- 7) All wheels should be as remote as possible from the radium container, and adjustments should if possible be made before the introduction of the radium.
- 8) The bomb itself should be exchangeable, and the same ceiling fixture should if possible also be usable for later and possibly quite different designs of teleradium bombs.

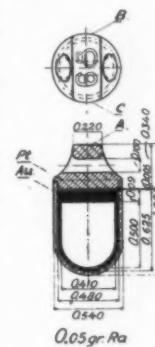


Fig. 4.

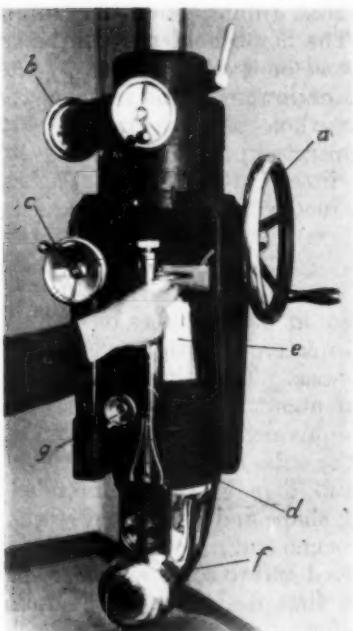


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

The resultant design appears in Figs. 5, 6, and 7, and in the drawings, Figs. 8, 9, and 10.

The trolley in the ceiling was abolished, and the vertically suspended stand was firmly fixed to two iron girders. The counterweight was placed along one of the walls of the room. The arrangement for raising and lowering (a in Fig. 5), and for rotation on the vertical shaft, b, were retained and improved.

The wheel c, for turning on the horizontal axis, was moved higher up on the fork of the stand, and the attachment, d, (cf. also Fig. 8), for the bomb was designed to allow two bombs of almost any shape to be fixed by screws. Two very differently constructed teleradium fitments e and f could thus be used alternatively.

One of these is used for small circular fields (not more than 5 cm in diameter), and the lead protection is reduced to a minimum to enable treatment to be given even in very inaccessible places (see Fig. 6). In that case the bomb, which is covered with 1 mm brass sheeting, is placed in direct contact with the skin, which gives a very sharply defined field. The second fitment is used for square fields,  $7 \times 7$  cm, and can therefore be turned on its own axis by wheel g.

In both cases the mean distance between the radium and the skin is about 6 cm.

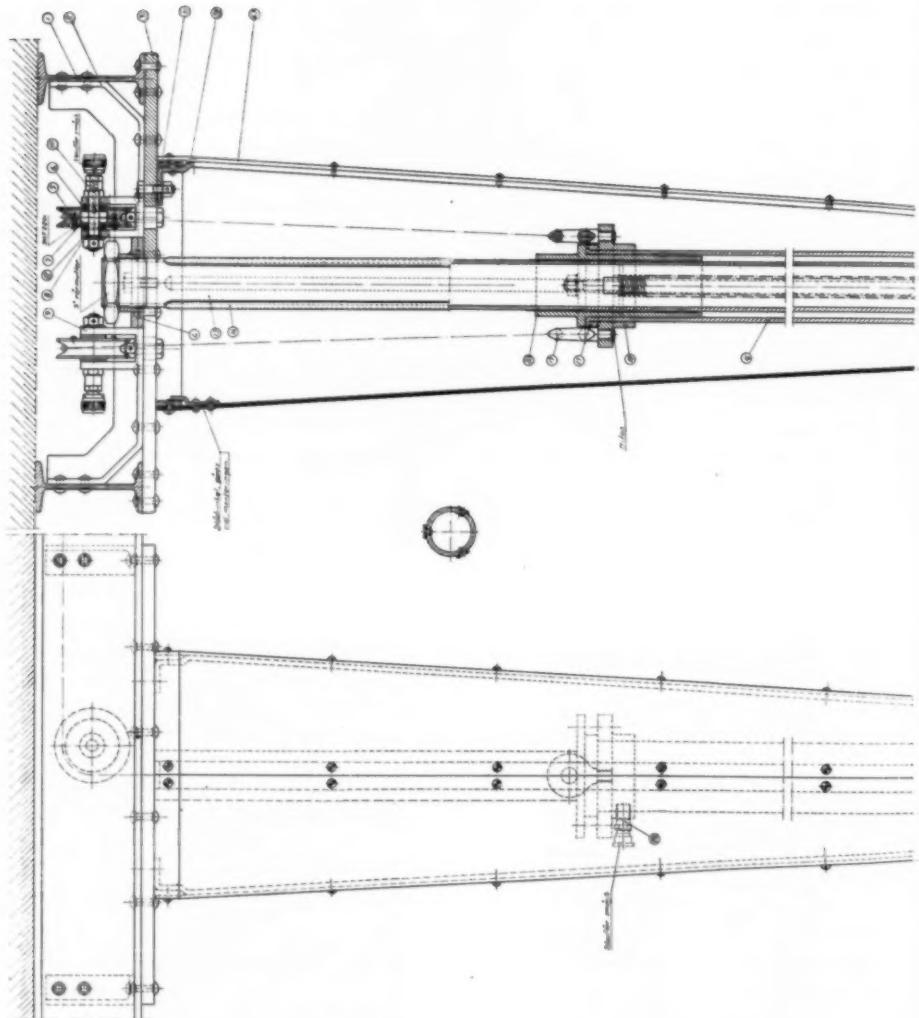
The radium, which is packed in tubes of the kind shown in Fig. 4, is placed in a lead-protected holder illustrated in Fig. 10. By means of a long key (cf. Fig. 5), this holder can be moved and locked alternatively in either of the two radiation bombs. To obtain a fairly uniform distribution of radiation on the skin, the radium — enclosed in 4 sector-shaped packets — can be moved by the key into two different positions, a peripheral one for the large field and one with central concentration for the smaller field (cf. Fig. 10). The design precludes the insertion of the holder in any but the correct position for the radium.

The minimum lead protection against rays emanating at right angles to the source of radiation is equivalent to  $2\frac{1}{4}$  cm of lead in the small circular field, and  $3\frac{1}{4}$  cm in the square field. As will be seen from the drawings, the protection in the direction away from the field is much greater.

BENNER<sup>1</sup> has investigated the distribution of radiation in the two fields (see the paper below). He found that the boundary line of the square field is not, with present arrangements, sufficiently sharply defined. The design of the secondary filter will therefore be modified.

The teleradium apparatus now described has been in use for more than a year at Radiumhemmet and in the Gothenburg and Lund Radiological Clinics. At Radiumhemmet, where treatments are given continuously

<sup>1</sup> Acta Radiol. 14, p. 207, 1933.



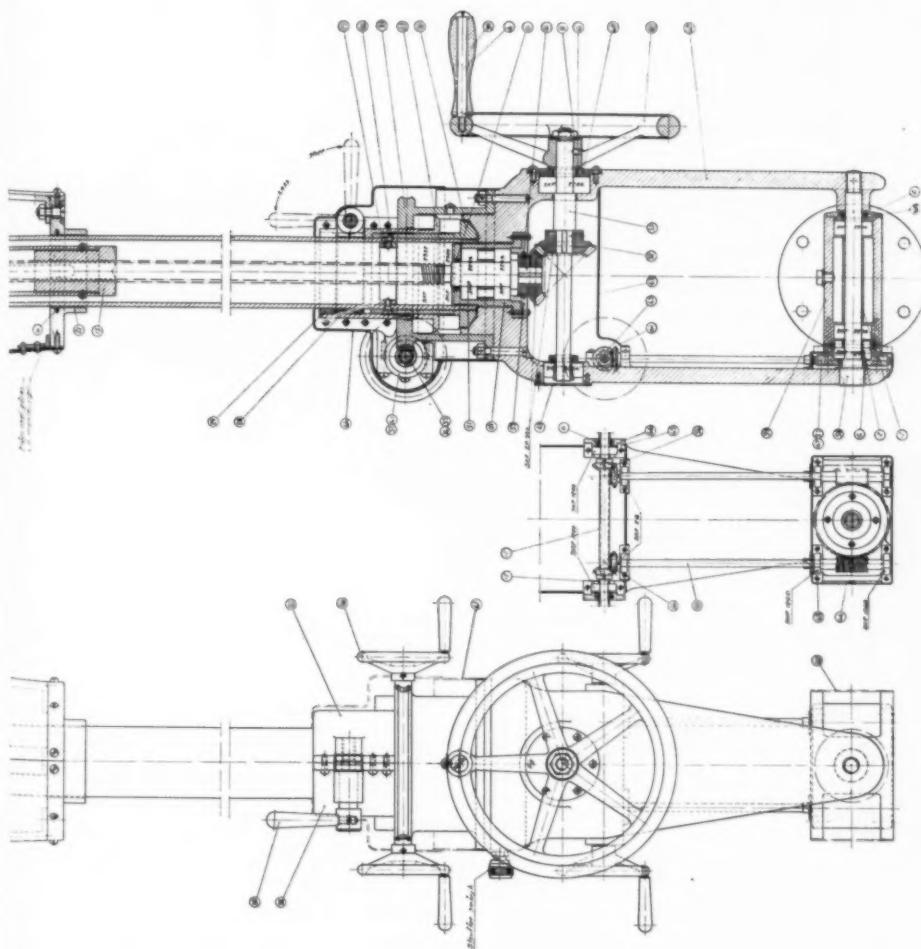


Fig. 8.  
Scale 1:8.

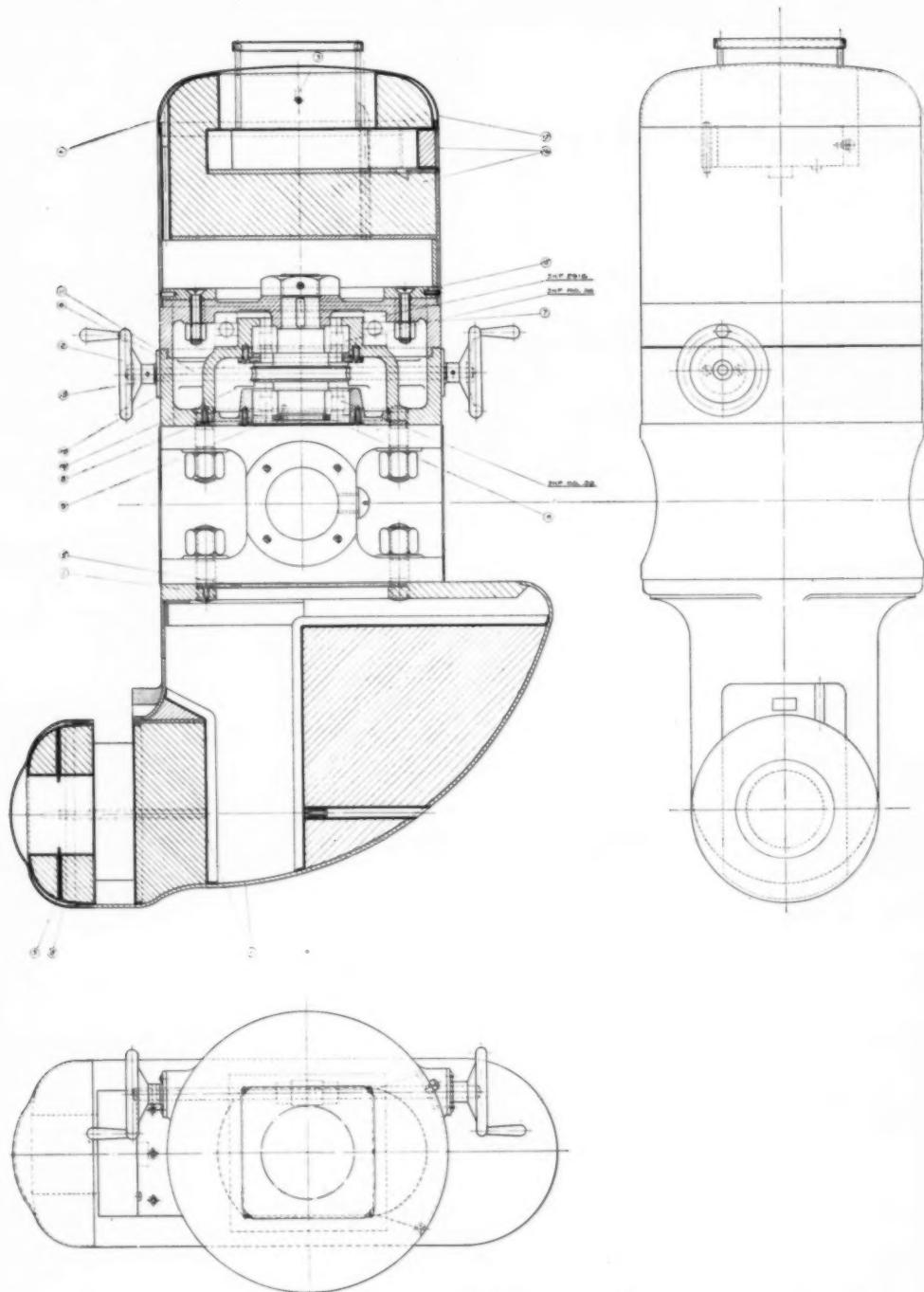


Fig. 9.  
Scale 1 : 4.

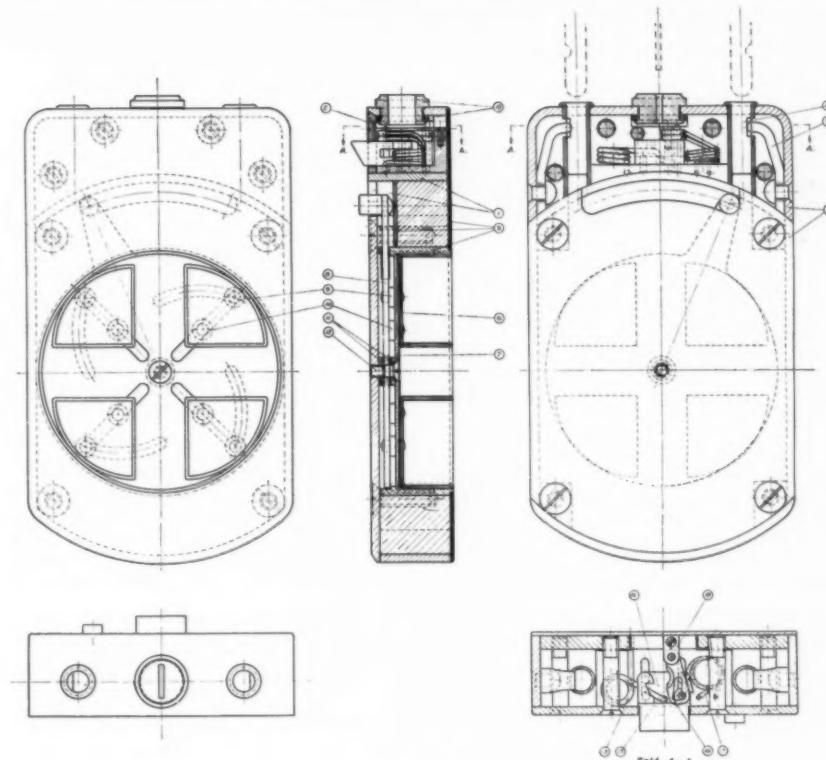


Fig. 10.

Scale 1 : 2.

day and night, the apparatus has proved suitable for its purpose. The use of teleradium treatment in general has in recent years increased at Radiumhemmet on account of the good results obtained. If larger quantities of radium were put at the disposal of radiologists, this method of treatment might be expected to be still more extensively used, at least in Sweden. The high price of radium is at present the chief obstacle to further developments. There are no technical difficulties in designing suitable equipments for teleradium treatment even with very large radium quantities (50 to 100 gms). In view of the possibility of using greater radium — skin distances when using very large quantities, increased lead protection can be provided without making it appreciably more difficult to direct the beam even on less accessible portions of the body.

To permit the reader to use the drawings of the teleradium bomb described above, fairly large scale reproductions are given here.

### S U M M A R Y

The article is a description of the types of teleradium equipment recently designed by the author and now in use in several places in Sweden and in Norway. Photographs and plans show the final designs.

### ZUSAMMENFASSUNG

In dem Artikel wird die Beschreibung der vom Verfasser kürzlich konstruierten Teleradiumapparate, wie solche an mehreren Stellen in Schweden sowie in Norwegen in Gebrauch sind, wiedergegeben. Die Zeichnungen und die Photographien veranschaulichen die endgültige Konstruktion.

### RÉSUMÉ

L'article contient la description de l'appareil de téléradium récemment construit par l'auteur et qui est en usage dans différentes localités de la Suède et en Norvège. Il est accompagné de dessins et d'illustrations photographiques, qui en montrent la construction définitive.



FROM THE PHYSICAL LABORATORY OF RADIUMHEMMET, STOCKHOLM.  
(CHIEF: R. M. SIEVERT)

---

## INTENSITY DISTRIBUTION AND DOSAGE IN TELE-RADIUM TREATMENT AT RADIUMHEMMET\*

by

*S. Benner*

A few months ago a new teleradium treatment apparatus designed by SIEVERT and described in a previous paper<sup>1</sup> was installed at Radiumhemmet. The author has examined the intensity distribution with this apparatus, using the condenser chamber method.<sup>2,3</sup> For this purpose a water phantom, previously used by SIEVERT and illustrated in fig. 1, was employed. This consists of a celluloid container measuring 20 × 20 × 30 cm, with a metal lining along the whole of the upper rim. The two long sides of this metal lining are graduated in millimeters. Stoppers, which can be clamped with screws, may be moved along these scales. A metal rod is fitted across the phantom; this rod is provided with two small cubic metal pieces, reposing against the two millimeter scales and two of the stoppers. Along the metal rod, i. e. at right angles to the fixed scales, a holder for a shaft carrying a condenser chamber can be moved. This is protected against humidity by a thin rubber finger-stall. The transverse rod is also graduated in millimeters. The distance of the condenser chamber from the smaller side of the phantom can be adjusted by means of the stoppers on the two longitudinal scales, and the position of the chamber in relation to the central line of the phantom is adjusted by the scale on the transverse rod. The depth of the chamber below the surface of the water is adjusted by moving the shaft in the holder carried by the transverse rod. This depth was not altered during the measurements, but all measurements were made at the same level horizontally.

<sup>1</sup> R. SIEVERT, Acta Radiol. 14, p. 197, 1933.

<sup>2</sup> R. SIEVERT, Acta Radiol. 12, p. 190, 1931.

<sup>3</sup> R. SIEVERT, Acta Radiol. Suppl. 14, 1932.

\* Submitted for publication 17. I. 1933.

Before taking the measurements, the radium bomb was directed against the smaller side of the phantom and moved until it touched its centre. Usually two chambers were exposed simultaneously, using two different transverse rods with chamber shafts. The exposure time was chosen according to the intensity, so that the loss of charge was about  $\frac{1}{2}$  to  $\frac{2}{3}$  of the original charge. The chambers used were of the types (1-1) 10 and (1-2) 10 (external diam. 10 mm:s) according to SIEVERT's designation.<sup>1</sup>

The measurements of the circular field referred to both the decrease of intensity with increasing depth (distance from the smaller surface of the phantom) along the middle line, and to the intensity distribution

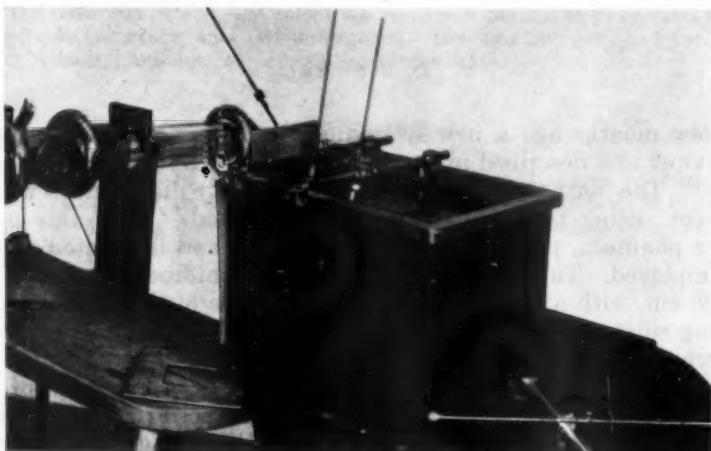


Fig. 1. The water phantom (arranged for roentgen-ray measurements).

in the field in general. The measurements could not be made at a smaller distance from the surface of the phantom than the sum of the radius of the chamber and the wallthickness of the phantom. The phantom wall was in its centre provided with a relatively thin window (about  $\frac{1}{2}$  mm), and the radius of the chambers was 5 mm. The smallest distance from the surface in which measurements could be made, was therefore 0.55 cm.

The surface intensity in the centre of the field could therefore not be directly measured, but was calculated both by extrapolation of the intensities measured at different depths, and from the measurement obtained at a depth of 0.55 cm, on the assumption that the intensity was inversely proportional to the square of the distance from the centre of the ra-

<sup>1</sup> R. SIEVERT, Acta Radiol. Suppl. 14, fig. 17, p. 46 and table, p. 51, 1932.

dium. Both methods gave practically identical values, 60 Imc.<sup>1</sup> By dividing the different values by this value, the relative intensities in terms of centre surface intensity were obtained. A similar measurement of the surface intensity, but in air, gave the result 57 Imc, which means that the additional dose, caused by scattered radiation is only 5 % (a value which is but slightly above the margin of experimental errors, however), thus very much smaller than in roentgen-rays. This, however, is only what is to be expected, as the radiation scattered through an

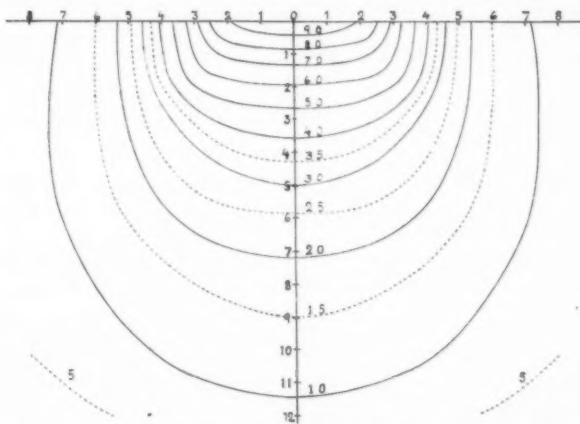


Fig. 2. Isodose diagram for the small field. The figures along the horizontal axis and to the left of the vertical one give the distances in cm, those to the right of the vertical axis the relative intensities in percent of the centre surface intensity.

angle of more than  $90^\circ$  is relatively much weaker in the hard  $\gamma$ -rays than in the softer roentgen-rays.

The points at which the relative intensity was thus determined were distributed along certain straight lines, both parallel to the central ray and at right angles to it. The points on these lines where the relative intensity amounted to 90, 80, 70 etc. % — that is, the points of intersection between the straight lines and the isodose-curves for 90, 80, 70 etc. % — were determined by graphical interpolation. The isodoses themselves could then be obtained by plotting a curve through these points. The result is seen in fig. 2.

The measurements in the big square field were made in mainly the same manner. Here, the intensity distribution in different directions from the centre of the field along the surface of the phantom had also to be investigated, however, for the isodose-curves along the surface of the

<sup>1</sup> As to the unit of intensity Imc, see R. SIEVERT, Acta Radiol., 12, p. 300, 1931.

phantom can not in this case be expected to be circular as in the circular field. Measurements were made along lines at an angle of respectively  $0^\circ$ ,  $22^\circ.5$  and  $45^\circ$  to the sides of the field. The extension on the surface was much wider than in the circular field, where the relative intensity on the surface at 7 cm distance from the centre was only 11 %, whereas in the square field it amounted to 35 %. It was therefore necessary to take measurements further from the centre. As the water phantom was not sufficiently big for this purpose, the bomb was not, for measurements at greater distances from the centre, directed along the cen-

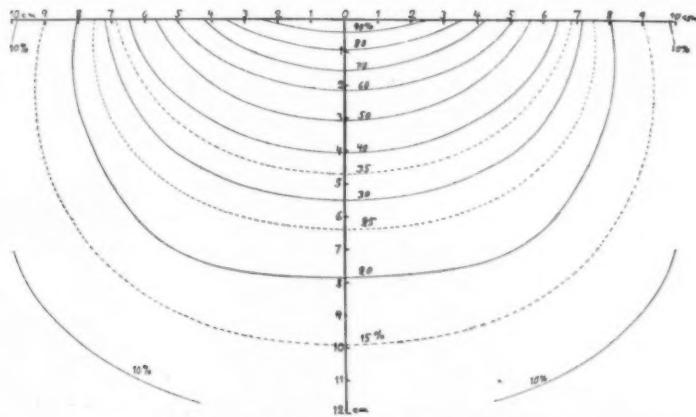


Fig. 3. Isodose diagram for the big field.

tral line of the phantom but was moved a few cm to one side, so that it was possible to measure the intensity distribution on the other side up to 10 cm distance from the central ray of the bomb.

The result of the measurements in a plane through the central ray parallel to two of the edges of the field and at right angles to the two others is seen in fig. 3. The decrease of the relative intensity with the depth is somewhat slower than in the circular field on account of the lower surface intensity (53 Imc). As mentioned above, the field is much more extended on the surface.

Measurements in other planes through the central ray than that just mentioned were only made along the surface, where a possible divergence of the isodose-curves from the circular shape must be expected to be most clearly pronounced. Such a divergence was also observed; along the diagonals of the field, the intensity at a given distance from the centre was greater than in the direction to which the diagram in fig. 3 refers. The difference was not considerable, however, and with increas-

ing depth it must be expected to decrease still more. In most cases one can therefore assume the intersections between the isodose surfaces and planes at right angles to the central ray to be circular.

In connexion with the above account of the intensity distribution from the big bomb at Radiumhemmet, the method used for dosage with the small bomb at Radiumhemmet may be of interest. This small bomb, described by LYSHOLM,<sup>1</sup> is at present used with variable radium content. All preparations not needed for other purposes are put into it daily. Originally the dosage was determined simply by milligram-hours, a method, however, which cannot be considered exact, as the different preparations are placed at different distances from the skin, causing the intensity contributed by one milligram of radium in a preparation placed in the lowest layer to be much greater than that by the same quantity in a preparation placed in the highest layer. A factor acting in the same direction is that the rays from the highest layers are filtered through the preparations in the lower

layers before reaching the skin. It was therefore necessary to measure directly the intensity with different radium contents. For this purpose also, SIEVERT's condenser chamber method was found to be convenient. Two chambers were placed with their lids in holes in a thin Al-plate mounted on a tripod in such a manner that when the bomb was placed on the tripod the centres of the chambers were in the same plane as the skin in radium treatments. The chambers were exposed for a time selected according to the radium content so that they lost about  $\frac{1}{2}$  of their charge. Two more chambers were then exposed in the same manner in order to detect possible faults in the exposure time. The intensity was calculated from the readings of the four chambers. As the bomb is used at two different distances, ca. 3 and 5 cm from skin to centre of the radium, such measurements were made first at one distance and then at the other.

A great number of such measurements having been made in the first half of 1931, they were plotted in a diagram, using the radium

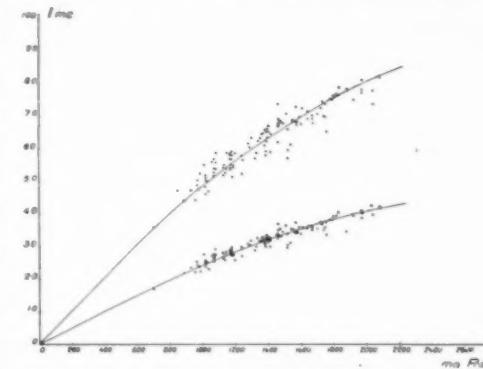


Fig. 4. The intensities for different radium contents in the small bomb for the 3 cm distance (upper curve) and the 5 cm distance.

<sup>1</sup> LYSHOLM, Acta Radiol. 2, p. 516, 1923.

contents for abscissas and the intensities for ordinates. Most of the points were found to lie fairly near two somewhat curved lines, one for each distance (see fig. 4), which showed that the intensity, reckoned per gram of radium element, decreased as the radium content was increased, which according to the above, was to be expected. The divergence of the various points from the mean curves depends partly on experimental errors, partly on the fact that the same radium quantity can be obtained with quite different sets of radium preparations of different shapes and sizes. The intensity can therefore not be expected to be solely determined by the radium quantity. Some points lie rather far from the mean curves. In some cases it was afterwards found that the bomb had been incorrectly packed. On the whole, however, the agreement of the various points with the mean curves is satisfactory.

When the mean curves had been thus plotted, the intensity could be read directly from the graph, when the radium content was known, without taking any direct measurement. In order to facilitate comparison with earlier practice, the mean curves were re-drawn in the following manner. The radium content of the bomb is generally between 1,000 and 2,000 mgr, averaging about 1,500 mgr. The intensities corresponding to 1,500 mgr at the two distances were read from the graph, and the quotient of the radium content and the intensity for these cases was found to be 22.4 and 44.1 respectively. These values may thus be considered mean values for all treatments of the quotient of the radium content and the intensity. If the different intensities according to the mean curves are multiplied by these numbers, values approximating each other for both distances will be found. The average of these two values is called «corrected radium quantity» and is, according to the above, for 1,500 mgr equal to the real radium quantity. For bigger radium contents the corrected radium quantity is lower, and for smaller radium contents it is higher than the real radium content. Instead of the mean intensity curves a curve for the corrected radium quantity is drawn. Dosage is now determined with respect to the corrected radium quantity instead of the real one. One thus obtains values proportional to the real doses, which, when the number of treatments is large, will in the mean be equal to the dose expressed in milligram-hours calculated from the *real* radium content. Previous experience of dosage can thus be utilized without any re-calculation.

In the summer of 1931 the design of the bomb was slightly altered in order to make more room for the preparations, to prevent the mean distance from the skin to the centre of the radium from increasing so rapidly with increasing radium content. The intensity was immediately in most cases found to be considerably increased; it was thus necessary to make further intensity measurements and to draw a new mean curve

for the corrected radium quantity, using the same figures as before for the correlation between intensity and corrected radium quantity, in order to preserve the connexion with earlier practice. For small radium contents the difference between the two curves is small, but for large radium contents they diverge considerably. This case is a good instance of the necessity of stating, besides the dose in milligram-hours, also other circumstances relating to the distribution of the preparations etc. In my method this has been done by using the corrected radium content instead of the real one. This is now generally done by means of the mean curve and measurements are only occasionally taken by the condenser chamber method in order to check that no systematic change of the curve has occurred.

### SUMMARY

The intensity distribution for the two fields of the new radium bomb at Radiumhemmet has been investigated in a water phantom by means of SIEVERT's condenser chamber method. The results are given in two diagrams. The square field (with the radium distributed in four parts at the corners of a square) was found to differ from the circular field chiefly in its greater lateral extension; the isodose curves on the skin were approximately circular in spite of the arrangement of the radium.

A larger number of observations has been made regarding the surface intensity of the small bomb at Radiumhemmet, which contains a variable amount of radium. On the basis of the results a simple method of correcting for the varying intensity per milligram radium element has been developed.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Intensitätsverteilung für die beiden Felder der neuen Radiumkanone am Radiumhemmet wurde in einem Wasser-Phantom mit Hilfe der Sievertschen Kondensatorkammermethode untersucht. Die Resultate sind in zwei Diagrammen wiedergegeben. Das quadratische Feld (wobei das Radium in vier Teile, je einen an jeder Ecke des Quadrats verteilt wird) unterschied sich, wie sich zeigte, von dem kreisrunden Felde hauptsächlich durch seine grössere Ausdehnung längs der Oberfläche; die Isodosen an der Haut waren, ungeachtet der Verteilung des Radiums, approximativ kreisförmig.

Es wurde eine grosse Zahl von Beobachtungen in Bezug auf die Oberflächenintensität der kleinen Kanone des Radiumhemmets gemacht, die variiierende Radiummengen enthält. Auf Grund der Resultate wurde eine einfache Methode zur Korrigierung der variiierenden Intensität pro mg Radiumelement ausgearbeitet.

## RÉSUMÉ

La distribution de l'intensité pour les deux champs du nouvel appareil de télécuriethérapie de Radiumhemmet a été étudiée sur un fantôme à eau au moyen de la chambre de condensateur de SIEVERT. Les résultats sont donnés sous forme de diagrammes. Le champ carré (avec radium distribué par quart aux quatre angles) différait principalement du champ circulaire par une plus grande extension latérale; les courbes isodoses sur la peau étaient à peu près circulaires, en dépit de la disposition du radium.

De nombreuses observations ont été faites touchant l'intensité de surface du petit appareil de télécuriethérapie de Radiumhemmet, qui renferme des quantités variables de radium. On a établi, sur la base de ces observations, une méthode simple de correction des variations d'intensité par milligramme de radium.



FROM THE PHYSICAL LABORATORY OF THE RADIUMHEMMET, STOCKHOLM.  
(CHIEF: R. SIEVERT)

---

## A PROTECTION ARRANGEMENT FOR THE RE-PACKING OF RADIUM BOMBS<sup>1</sup>

by

*R. Thoræus.*

The method of teleradium treatment by means of lead protected »bombs» was introduced at the Radiumhemmet in 1922 by LYSHOLM.<sup>2</sup> At that time the Hospital had not yet any radium quantity specially arranged for this purpose, but all the radium containers were constructed for local applications of different kinds, and only those containers occasionally not used for this purpose were available for the teleradium treatment. During the following years and especially in 1926 the radium stock was considerably increased and in consequence of this the conditions for using the bomb were also enhanced. As the re-packing then occurred more frequently it was found necessary to provide for a more effective protection against irradiation in this work. From the beginning of 1928 the arrangement described below has been used for this purpose.

In 1929 the Hospital obtained 3 grams of radium to be used mainly for teleradium treatment, and for this amount a new radium bomb was constructed by SIEVERT.<sup>3</sup> Besides this new bomb, however, and according as containers are available the smaller bomb is still used for teleradium treatment. The radium amount in the smaller bomb is generally 1—1½ gram, occasionally up to 2 grams.

An introductory short description of the essential parts of the smaller bomb may facilitate the understanding of the protection arrangement. Fig. 1 shows a section of the bomb. *A* is the outer cylindrical lead casing, the wall-thickness of which is 2 cm. Its inner diameter is 5 cm, and its outside is lined with 1.5 mm nickel-plated brass plate.

Within the lead casing is arranged the plunge-like radium container *B*, to the bottom of which is attached, by three pins, the distance-measurer

<sup>1</sup> Submitted for publication March 7th, 1933.

<sup>2</sup> Acta Radiol. Vol. II, p. 516.

<sup>3</sup> Acta Radiol. Vol. XIV, p. 197.

*C*, consisting of a celluloid calotte, 4 mm thick and of a radius of curvature of 6 cm. The radium container *B* is a brass cylinder, the wall-thickness of which is 1.5 mm. The upper end of the container *B* is closed by a threaded brass cover *D*, and by the rod *E* and the screw *F* the container can be adjusted to the proper position within the lead casing. Within the container *B* there is an adjustable lead cover *G* which, on a lining of cotton, slightly presses against the radium containers in order to keep them fixed.

Now, when the bomb is to be repacked, the distance measurer *C* is taken

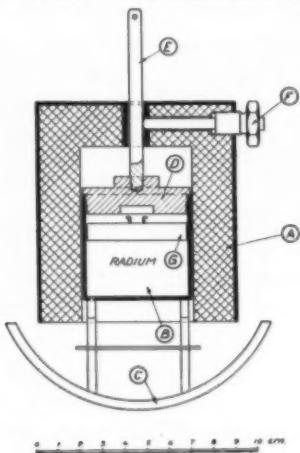


Fig. 1.

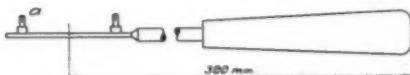


Fig. 2.

away, *F* is unscrewed, and the container is kept in position by the rod *E*. Then the container is taken out from the lead casing by means of a handle constructed as shown in fig. 2. The three pins (a)

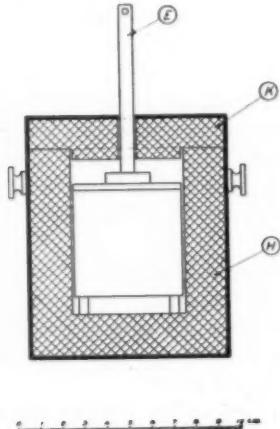


Fig. 3.

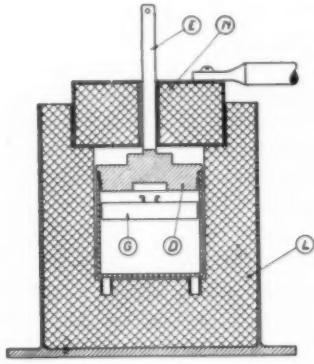


Fig. 4.

fit to the bottom knobs of the container in the same way as does the distance-measurer. When the container is quite out of the lead casing,

it is released from the handle by slightly pulling the rod *E* and then immediately placed in a cylindrical lead box *H* (fig. 3) by which it is transported to the safe-room. This box has a wall thickness of 2 cm, it is outside lined with  $1\frac{1}{2}$  mm brass plate and is carried by a long leather handle.

In the safe-room the container is directly lifted out of the transporting box. The rod *E* is then used as a handle and the cover *K*, resting on the upper part of the container, acts as a protection against irradiation of the hand. When withdrawn from the transporting box the container is immediately placed in the protective lead box *L* (fig. 4) where it remains during the re-packing. The cover *K* is then taken away and replaced by the cover *N* which is provided with a handle 20 cm in length.

The container thus placed in the protective box *L* is now opened in the following way. A pin-handle is inserted into the hole at the top of the rod *E* and by turning it the cover *D* is unscrewed. Then, by lifting the rod *E*, the cover *D* and the lead cover *N* are simultaneously taken away. By means of long forceps the cover *G* is lifted up, and in the same way the radium containers are also taken out and placed in their respective lead boxes. During this work a further protection is afforded by the lead wall *M* (fig. 5) which has a breadth of about 25 cm and behind which the person engaged in the re-packing is standing.

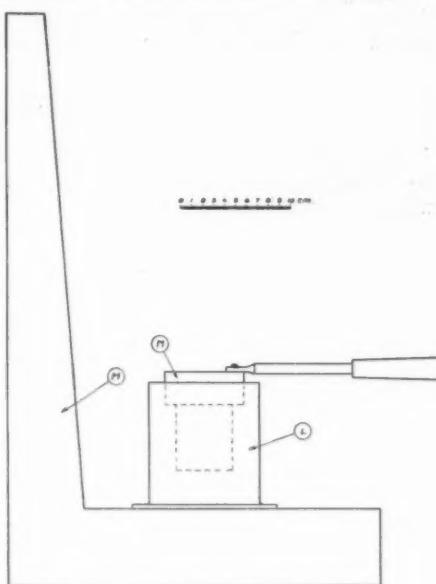


Fig. 5.

## SUMMARY

The author describes the protective arrangements employed at the Radium-hemmet in the re-packing of the smaller radium bomb, the radium amount of which is also used for local applications. By the described arrangements the desired protection against irradiation during the work is obtained to the greatest possible extent.

## ZUSAMMENFASSUNG

Verfasser beschreibt die Schutzanordnungen, die am Radiumhemmet seit mehreren Jahren verwendet werden um ein gutes Schutz gegen Bestrahlungen während der Umpackung des kleinen Radium-Kanons zu erhalten.

## RÉSUMÉ

L'auteur décrit les dispositifs de protection employés au Radiumhemmet pour le rechargeement des petites bombes à radium. Le dispositif décrit assure pendant le travail en question le maximum de protection possible.



NORD. FÖRENING FÖR MEDICINSK RADIOLOGI

avhåller tillsammans med

NORDISK KIRURGISK FÖRENING,

NORD. ORTOPEDISK FÖRENING

och NORDENS GYNEKOLOGER

*möte i Stockholm den 27 juni—1 juli 1933.*

*Preliminärt program för förhandlingarna:*

Tisdagen den 27 juni: Kl. 10—13 och 14—18 Nord. Ortop. Fören.

Onsdagen den 28 juni: Kl. 10—13 Nord. Kirurg. och Nord Ortop. Fören.  
gemensamt möte.

Kl. 14—18 Nord. Kirurg. Fören.

Kl. 14—18 Nord. Ortop. Fören.

Torsdagen den 29 juni: Kl. 10—13 Kirurg-Gynekolog-Möte.

Kl. 10—13 Nord. Fören. f. Med. Radiologi.

Kl. 14—18 Nord. Kirurg. Fören.

Kl. 14—18 Gynekolog-Möte.

Kl. 14—18 Nord. Fören. f. Med. Radiologi.

Fredagen den 30 juni: Kl. 10—13 Nord. Kirurg. Fören. och Nord. Fören. f.  
Med. Radiologi, gemensamt möte.

Kl. 14—18 Nord. Kirurg. Fören.

Kl. 14—18 Nord. Fören. f. Med. Radiologi.

Lördagen den 1 juli: Kl. 10—13 Nord. Fören. f. Med. Radiologi.

Mötesdeltagarna i Nord. Kirurg. Förening inbjudas att besöka Akademiska  
Sjukhuset i Uppsala under förmiddagen, lördagen den 1 juli.

*Diskussionsämnen vid de gemensamma förhandlingarna:*

Onsdagen den 28 juni: Om de olika principerna för behandling av frakturer  
å extremiteternas långa rörben.

Inledare: Bardy, H., Helsingfors.

Johansson, Sven, Göteborg.

Torsdagen den 29 juni: Om principerna för placenta praeviabehandlingen och  
dennas organisation under olika förhållanden.

Inledare: Hauch, E., Köpenhamn.

Olow, John, Stockholm.

Fredagen den 30 juni: Cancer coli.

Inledare: Paus, Nicolai, Tønsberg.

Söderlund, Gustaf, Stockholm.

Flemming-Möller, P., Köpenhamn.

Anmälan om föredrag inlämnas:

för Nordisk Förenings för Medicinsk Radiologi separata förhandlingar till Docent Nils Westermark, Sjukhuset S:t Göran, Stockholm;

för Nordisk Kirurgisk Förening och de gemensamma förhandlingarna till Överläkaren D:r Fabian Langenskiöld, Fabriksgatan 1, Helsingfors;

för Nordisk Ortopedisk Förenings separata förhandlingar till Bitr. överläkaren vid Vanföreanstalten, D:r Harald Nilsonne, Grevturegatan 59, Stockholm.

för Gynekologernas separata förhandlingar till Docent John Naezlund, Södra Barnbördshuset, Stockholm Sö;

*Anmälan om föredrag bör för samtliga möten vara inlämnad senast den 20 maj 1933.*

Tid för inledningsföredrag får ej överskrida 30 minuter, för övriga föredrag 20 minuter och för diskussionsinlägg 10 minuter.

Mötesavgiften, Kr. 20:—, betalas vid mötets början och berättigar till deltaende i samtliga föreningarnas vetenskapliga förhandlingar.

Möteslokal: Handelshögskolan, Sveavägen 65.

Gemensam mötesbyrå för samtliga föreningar är öppnad. Mötesbyråns adress är: Mötesbyrån, Radiumhemmet, Stockholm.

Mötesbyrån åtager sig att efter anmodan åt deltagarna ombesörja rum å hotell eller pensionat.

Obs. Samtidigt med de medicinska kongresserna avhålls i Stockholm ett flertal större konvenser, varför de deltagare, som önska rum å hotell eller pensionat, vänligen uppmanas att insända rumsanmälan i mycket god tid. Byrån kan ej åttaga sig att reservera rum senare än den 31 maj.

Fredagen den 30 juni är gemensam subskriberad bankett å Stadshuset.

Efter mötets slut anordnas, om ett tillräckligt antal deltagare anmäla sig, en utfärd till Gotland och Stora Karlsö.

Förfrågningar besvaras av Mötesbyrån, Radiumhemmet, Stockholm.

*Till den 5:te maj anmälda föredrag av radiologiskt intresse:*

*Vid sammanträde av Nordisk Förening för Medicinsk Radiologi:*  
Ahlbom, H., Stockholm: Präoperativ röntgenbehandling av brösttumörer vid Radiumhemmet.

Bastrup, Chr., Köpenhamn: Om proc. spin. vert. lumb.

Benner, Sven, Stockholm: Strålningsmätningar på personal i radiologiskt arbete.

*Berven, E.*, Stockholm: Tekniken vid behandlingen av munhåletumörer vid Radiumhemmet.

*Dahl, Bjarne*, Oslo: Röntgenstraalenes virkninger paa voksende rørformige ben hos unge dyr.

*Dale, Torleif*, Oslo: Intracraenielle forkalkningar.

*Dale, Torleif*, Oslo: Forsøk med forstørrelse av røntgenbilleder.

*Ebenius, B.*, Vejbyslätt: Resultat av klippbensundersökningar vid acousticus-tumörer.

*Edling, Lars*, Lund: Cancer mammae och strålterapien i Lund 1916—1929.

*Forssell, Gösta*, Stockholm: Iakttagelser över magslemhinnans rörelsemekanism.

*Frimann-Dahl, Joh.*, Oslo: Postoperative röntgenundersökeler.

*Hallberg, Knut*, Stockholm: Bidrag till kännedomen om epifysutvecklingen i armbågsleden.

*Hallberg, Knut*, Stockholm: Bidrag till kännedomen om röntgendiagnostiken av armbågsledens frakturer.

*Hermodsson, Ivan*, Lund: Prognos vid skulderledsluxationer.

*Ihre, Bengt*, Stockholm: Om röntgenkymografi av hjärtat.

*Jacoby, Paul*, Odense: Radiumfjernbehandling med 1 gram radium.

*Jansson, C. Gösta*, Helsingfors: Röntgendiagnosen vid njurbäckenpapillom.

*Fäderholm, K. Bruno*, Stockholm: Några undersökningar över hudbelastningen vid röntgendiagnostik.

*Jönsson, G.*, Stockholm: Resultaten av behandlingen av mjukdelssarkom vid Radiumhemmet åren 1920—1929.

*Jönsson, G.*, Stockholm: Om röntgenologiska förändringar i skallbasen vid nasopharynx-tumörer.

*Knutsson, Folke*, Stockholm: Om s. k. kalkgalla.

*Lilja, B.*, Uppsala: (Ev.) Om lägebestämningar av corpus pineale-forkalkningar under normala och patologiska tillstånd.

*Lindblom, K.*, Stockholm: Om kalottens kärleckning.

*Lundquist, A.*, Sundsvall: Undersökningar över verkan av olika förstärknings-skärmar.

*Lundquist, A.*, Sundsvall: Apparatur för stereoskopisk mätning.

*Lundquist, A.*, Sundsvall: Undersökningsbord med anordning för precisions-inställning.

*Magnusson, W.*, Stockholm: Om radiumbehandling av hudcancer. Erfarenheter från Radiumhemmets material.

*Mossberg, Harry*, Stockholm: Till röntgendiagnostiken av traumatiska lung-förändringar.

*Sandberg, C. G.*, Vänersborg: Till tydningen av hjärtats röntgenkymografi.

*Sandström, Carl*, Stockholm: Om kalkgikt.

*Sandström, Olof, Eskilstuna:* Fall av »marschfraktur» i femur och tibia.

*Sandström, Olof, Eskilstuna:* En svensk mörkrumsitredning.

*Sievert, Rolf, Stockholm:* Kondensatorkammarmetoden's användning inom radium- och röntgenterapien.

*Thoraeus, R., Stockholm:* Aktuella doseringsproblem inom svensk röntgenterapi.

*Westermark, Nils, Stockholm:* Jämförande röntgenologiska och anatomiska studier över bronkerna, framför allt vid lungtuberkulos.

*Westermark, Nils, Stockholm:* Om fotografering med infraröda strålar i medicinskt bruk.

*Åkerlund, Åke, Stockholm:* Det anatomiska underlaget till de s. k. »förvärvade» hiatusbräckens röntgenbild.

*Vid Nordisk Kirurgisk Förenings sammanträde:*

*Hellmer, Hans, Stockholm:* Röntgenologisk diagnos och differentialdiagnos vid cancer coli.

*Silfverskiöld, Nils, Stockholm:* Om frekvensen av chondromalacia patellae samt om fotografering vid ledoperationer.

*Vid Gynekologmötet:*

*Berven, E., Stockholm:* Behandlingen av Cancer vulvae vid Radiumhemmet.

*Heyman, J., Stockholm:* Några reflexioner beträffande corpus-cancer statistiken.

